



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

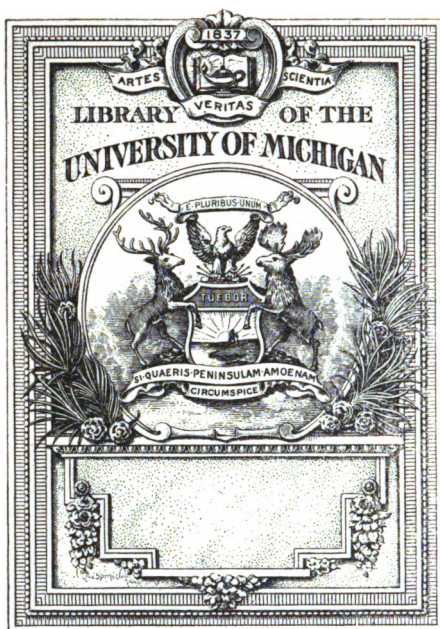
We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

A57282 8



QC

1

A613

THE NEW YORK

LIBRARY

OF THE CITY OF NEW YORK

THE NEW YORK

LIBRARY

A N N A L E N
DER
P H Y S I K.

NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

zu

B E R L I N

VON

J. C. POGGENDORFF.

ACHT UND SIEBZIGSTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIVS BARTH
1824.

UNIVERSITÄT
ANN A L E N
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

HERAUSGEGEBEN
VON
BERLIN
VON
J. C. POGGENDORFF.

ZWEITER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMEROSIUS BARTH
1824.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

I n h a l t

des zweiten Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.

Erstes Stück,

I. Untersuchung einiger zum Granatgeschlechte gehörender Mineralien; vom Grafen H. G. Trolle-

Wachtmeister

Seite 1

1. Granat von Engö	3
2. Granat von New-York	8
3. Granat von Hallandsås	9
4. Schieferiger Granat von Halland	11
5. Granat vom Vesuv	13
Untersuchung des weissen Mineralen, welches diesen Granat vom Vesuv begleitet	14
6. Gelber Granat von Långbanshytta	16
7. Gelber Granat aus der Gegend von Altenau	18
8. Grünlicher Granat von Hesselkulla	20
9. Brauner Granat von Hesselkulla	20
10. Schwarzer Granat von Arendal	21
11. Schwarzbrauner Granat von Arendal	24
12. Hellgrüner durchsichtiger Granat vom Wilui-Fluss in Kamtschatka	25
13. Granat von Klemetsaune in Norwegen	27

II. Bemerkungen zu der Schrift: Versuche und Beobachtungen über die Geschwindigkeit und Quantität verdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen von verschiedener Construction und

- durch Röhren ausströmt; von F. K. L. Koch,
Eisenhüttengehülften zur Königshütte am Harz etc.;
von Dr. G. G. Schmidt, Professor d. Mathema-
tik u. Physik zu Gießen 39
- III. Ueber das gleichmäßige Ausströmen der atmosphä-
rischen Luft und des Steinkohlengases durch Röh-
renleitungen; von Hrn. P. S. Girard 59
- IV. Ueber eine Vervollkommnung des Saussure'schen
Haarhygrometers; von Hrn. Babinet, Prof. am
Collège royal de Saint Louis 77
- V. Beschreibung des von Hrn. Adelman n verbes-
serten Goniometers; vom Grafen de Bournon 83
- VI. Ueber die Theorie, Einrichtung und Gebrauch
des Pachometers; eines Instrumentes zur Messung
der Dicke belegter Spiegelgläser; von Hrn.
Benoit 96
- VII. Beschreibung einer monochromatischen Lampe;
von Dr. David Brewster 98
- VIII. Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Professor
C. G. Gmelin in Tübingen an den Herausgeber 107
- IX. Einfacher Beweis, daß die Ausdehnung der Kry-
stalle durch die Wärme, nach deren Axen un-
gleich ist 109

Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle,
vom Observ. Dr. Winkler. Monat September,

Zweites Stück.

- I. Untersuchung über die Flußspathsäure und deren merkwürdigste Verbindungen; von J. J. Berzelius (dritte Abtheilung; Fortsetzung der Abhandlung in Heft 2. Bd. 78. S. 169)**
- B. Flußspathsaure Boraxsäure; Fluobor säure und deren Verbindungen mit Salzbasen** Seite 113
- Flußspathsaure Bor-Salze 118
- Untersuchung üb. die Sättigungscapacität der Boraxsäure 126
- Zusammensetzung der Boraxsäure 136
- - der Fluobor säure 137
- - der flußspathsauren Borsalze 137
- Zerfetzung des Fluobor säuregases durch Kalium 138
- Boraxsäure und flußspathsaure Kieselerde 142
- Fluoborate 144
- Darstellung des Borons und einige Eigenschaften dieses Körpers 144
- Schwefelboron 145
- Chlorboron, ein neues Gas 147
- II. Neue Beiträge zur Kenntniß der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen; von E. F. F. Chladni (Vierte Lieferung)**
- 1) über herabgefallene Massen 151
- 2) über meteorische Gedicgenelfenmassen 159
- 3) über Feuermeteore 162
- III. Von den elektromotorischen Erscheinungen, welche durch den Contact der Metalle mit Flüssigkeiten hervorgebracht werden, und von einem Verfahren mittelst der electromagnetischen Wirkungen, die Veränderungen zu erkennen, welche ge-**

wisse Flüssigkeiten bei Berührung mit der Luft er-
leiden; von Hrn. Becquerel 169

IV. Ueber die Elektricitätsentwicklung bei chemischen
Actionen und über die Vertheilung der Elektrici-
tät in der Volta'schen Säule, bei Berücksichtigung
der elektromotorischen Einwirkungen der Flüssig-
keiten auf die Metalle; von Hrn. Becquerel 180

V. Ueber die elektromotorischen Wirkungen des Was-
fers und der Flüssigkeiten im Allgemeinen auf die
Metalle, und von den elektrischen Wirkungen,
welche 1) beim Contacte gewisser Flammen mit
den Metallen und 2) bei der Verbrennung Statt
finden; von Hrn. Becquerel 191

VI. Notiz über einen von Hrn. Ampère und Becque-
rel angestellten Versuch hinsichtlich der Natur des
elektrischen Stromes; von Hrn. Ampère 206

VII. Versuche über die Anwendbarkeit der vor Kur-
zem von Hrn. Prof. Döbereiner gemachten Ent-
deckung auf Endiometrie; von Hrn. Edward
Turner, M. D. 210

VIII. Noch Einiges über Feuermeteore, Gediogeneisen-
massen, u. s. w.

- | | |
|-----------------------------|-----|
| 1) von Hrn. Director Klöden | 219 |
| 2) von Hrn. Prof. Bischof | 224 |
| 3) von Hrn. Dr. Seyffarth | 225 |

IX. Ueber den Siedepunkt gesättigter Salzlösungen 227

Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle,
vom Observ. Dr. Winkler. Monat October.

D r i t t e s S t ü c k .

I.	Ueber die Verbindung der Essigsäure mit dem Kupferoxyde; von J. J. Berzelius	Seite 233
	1. neutrales essigsaures Kupfer	238
	2. basisch-essigsaure Salze	240
	3. Grünspan	248
	4. schwarzes basisches essigsaures Kupferoxyd	254
II.	Kann das menschliche Auge überhaupt und in welchem Grade der Deutlichkeit unter dem Wasser sehen? vom Hrn. Hofrath Munké, Prof. d. Physik zu Heidelberg	257
III.	Ueber die Fähigkeit des Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen; von Dr. David Brewster	271
IV.	Ueber die partielle Durchkreuzung der optischen Nerven; von William Hyde Wollaston, M. D.	281
V.	Beschreibung zweier aus Quarzfasern bestehenden Flächen, die durch das Zerbrechen eines großen Quarzkrystalles entstanden waren und sich unfähig erwiesen das Licht zurückzuwerfen; von Dr. David Brewster	293
VI.	Beobachtungen über die, in den Mineralien durch Wärme erregte Electricität; von Dr. David Brewster	297
VII.	Beobachtungen und Angaben über die Verminderung des Wassers an der schwedischen Küste; von N. Bruncrona, nebst Bemerkungen darüber von C. P. Hällström	308
VIII.	Beschreibung einiger hydropneumatischen Lampen	
	1) von Andrew Fyfe	329
	2) von Garden	331
	3) von Adie	333
IX.	Das Cyanod, eine neue Verbindung der Jode mit Stickstoff und Kohlenstoff; von Hrn. Serullas	334
	Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Observ. Dr. Winkler. Monat November.	

Viertes Stück.

I. Ueber das Wolfram; von F. Wöhler, M. D.	Seite 545
II. Zusammenstellung der Eigenschaften der strahlenden Wärme; von Hrn. Fourier	359
III. Untersuchung des in der Gegend von Clausthal vorkommenden Selenbleyes; von den HH. Hofräthen Stromeyer und Hausmann	403
nebst einer Notiz über das auf der Insel Vulcano vorkommende Schwefel-Selen	410
IV. Notiz über die Untersuchung mehrerer Selenhaltigen Fossilien vom Harze; Auszug eines Briefes des Hrn. Prof. Rose	415
V. Ueber eine neue Bildung der wasserfreien Schwefelsäure; von Hrn. G. G. Gmelin in Tübingen	419
VI. Notiz über eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Bewegung der Sternschnuppen; aus einem Briefe des Hrn. Prof. Brandes in Breslau an d. Herausg.	421
VII. Ueber den Schwefel; von A. Th. Kupffer, Prof. in Kasan	423
VIII. Ueber die zu Cayenne unter dem Namen la Barre bekannte, und von den Indianern zu Guiana Pororoca genannte Flutherscheinung; von Hrn. Noyer, Deputirten des französischen Guiana	427
IX. Beobachtungen von Nebensonnen	
a) auf der Melville's Insel vom Capt. Parry	435
b) am Cap der guten Hoffnung von Hrn. Fearon Fallows	439
X. Nachträgliche Bemerkungen zum Novemberheft dieser Annalen	
a) zum Aufsatz des Hrn. Serullas	443
b) zum Aufsatz der HH. Bruncrona und Hällström	
1) von Hrn. Prof. E. Ritter	448
2) von Hrn. Wasserbaudirektor Woltmann	444
Anzeige	447
Verbesserungen	448
Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, vom Observ. Dr. Winkler, Monat December.	

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, NEUNTES STÜCK.

I.

Untersuchung einiger zum Granatgeschlechte gehörender Mineralien;

VON

Grafen H. G. TROLLE-WACHTMEISTER.

(Uebersetzt aus den Abhandlungen der K. Akademie d. Wiss. zu Stockholm von F. Wöhler, M. Dr.)

Die Granaten bilden eins der merkwürdigeren Geschlechter im Mineralreich. In einer ausgezeichneten den Granaten vorzugsweise zukommenden Krystallform mit wenigen Abweichungen, kommen unter diesem Namen mannigfaltige, in Farbe und Zusammensetzung fast bis ins Unendliche variirende Arten vor. Gestützt auf diese Uebereinstimmung in den wesentlichen äusseren Charakteren und auf die Berechnung der Kerngestalt, vereinigte Haüy fast alle Arten zu einer einzigen. Dennoch konnten diesem ebenso vorurtheilsfreien als scharfsinnigen Naturforscher, die grossen Widersprüche nicht entgehen, welche sich in den so stark von einander abweichenden

Annal. d. Physik. B. 79. St. 1, J. 1824. St. 9.

A

den Resultaten der über die Granaten angestellten chemischen Untersuchungen vorfanden. Weit entfernt darin einen Beweis der geringen Zuverlässigkeit der chemischen Analyse finden zu wollen — denn' chemisches System konnte man damals noch nicht sagen — war er der erste, welcher das Gewicht der Einwürfe erkannte, die sich hieraus gegen seine eignen Ansichten machen ließen, und in seinem Tableau comparatif finden wir, wie der aufgeklärte Verfasser, durch Untersuchung einer Menge von Granat-Analysen und durch Versuch sie in Uebereinstimmung zu bringen, bemüht war, den gewöhnten Einklang zwischen den geometrischen und chemischen Systemen wieder herzustellen, eine Vereinigung, die den wissenschaftlichen Werth der Mineralogie ungemein erhöhen würde. Bei den Granaten stellen sich aber große Schwierigkeiten ein, da die genauesten Analysen fast nach jedem Fundorte eine verschiedene quantitative Zusammensetzung dieser Mineralien darthun, ohne daß einmal die Rechnung, wenn man auch das nicht zu den fremden Beimengungen rechnet, was dieses Fossil besonders von der Gangart einzuschließen genöthigt ist, einen Grund giebt, um für das ganze Geschlecht ein gemeinschaftliches Zusammensetzungsprinzip annehmen zu können. Endlich hat die Entdeckung des Hrn. Mitscherlich über das ZusammenkrySTALLISIREN isomorpher Basen und ihre Eigenschaft sich wechselseitig in krySTALLIRTE Verbindungen ersetzen zu können, in Verbindung mit der Lehre von den bestimmten Proportionen des Hrn. Berzelius, eine Anleitung gegeben, nach welcher man über diesen Punkt zu einem befriedigen-

den Resultate kommen kann, und wenn es sich, wie ich glaube, finden wird, daß die verschiedenen Abarten des Granatgeschlechtes eine neue Bekräftigung dieser wichtigen Entdeckung geben, so werden diese Mineralien dadurch ein um so höheres Interesse erlangen.

Ich habe nun die Ehre der Königl. Akademie einige Untersuchungen von mir vorzulegen, die zwar in Vergleich zu der Menge von Varietäten, die man von den Granaten kennt, mit einer zu geringen Anzahl von Arten angestellt sind, um auf ihnen ein allgemeines Prinzip gründen zu können, die aber doch als Beiträge zum Unternehmen einer ausgedehnteren Arbeit dienen könnten.

Die bei der chemischen Analyse angewandte Methode mehr als einmal für die Granaten anzugeben, welche einer gleichen Behandlung unterworfen wurden, hielt ich für überflüssig.

No. I. Granat von Engö.

Krystallform: trapezoidal mit Ecken-Abstumpfungen. **Krystallflächen:** schwach glänzend, undeutlich gefurcht in der Richtung der größeren Diagonale. **Bruch:** im Großen blättrig, im Kleinen uneben. **Farbe:** dunkelroth ins Violette fallend und unklar. **An den Kanten durchscheinend.** Kommt auf der Insel Engö am Mälarsee vor, in weißem grünesprengtem Feldspath, oft in Nuss großen Krystallen und darüber Hart, ritzt Quarz. **Specif. Gewicht** = 4,236.

Vor dem Löthrohr schmelzt er zur magnetischen Kugel und läuft dabei matt oder metallisch an; vorn Borax wird er schwer zu einem mit Eisen stark gefärbt

ten Eisen Glase aufgelöst; eben so von Phosphorsalz mit Hinterlassung eines flockigen Kiesel - Skelettes. Mit Natron auf Kohle behandelt, zieht sich der Fluss in die letztere und hinterlässt die Probe als eine blasse zusammengeschmolzene Schlacke; auf Platinblech reagirt er stark auf Mangan. Sein Pulver ist rosenroth, und wird durchs Glühen ziegelfarben.

A n a l y s e .

A. 1 Gramm des fein geschlemmten schwach geglühten Steinpulvers wurde 2 Stunden lang mit 5 Grm. kohlensaurem Kali geglüht. Die geschmolzene schwarz-grüne Masse mit Salzsäure übergossen, löste sich vollkommen; unter Entwicklung von Chlor. Die Zersetzung ward durch Wärme unterstützt, die Lösung bei gelinder Wärme eingetrocknet und die Masse am Ende mit einem Glasstabe umgerührt. Nachdem die trockne Masse mit Salzsäure getränkt war, ward sie 2 Stunden lang sich selbst überlassen, darauf mit Wasser übergossen, und die hierbei zurückbleibende Kieseelerde aufs Filter gebracht, gewaschen, eine Vierteltunde lang geglüht und gewägt. Das Gewicht betrug 0,3915, nach Abzug des halben Procents, welches von der Asche des Filters herrührte.

B. Die nach Abscheidung der Kieseelerde zurückgebliebene Flüssigkeit, ward mit kauftischem Ammoniak, in möglichst geringem Ueberschusse vermischet, eine halbe Stunde lang in einem mit einer geschliffenen Glasplatte bedeckten Glase hingestellt, und der Niederschlag auf ein gewogenes Filter gebracht, ausgewaschen, geglüht und gewägt. Darauf von Neuem in Salzsäure gelöst blieb, wie es schien, etwas Kiesel-

erde zurück. Die Auflösung ward nun mit kauftischem Kali in solchem Ueberschuß versetzt, daß die mit dem Eisen niedergefallene Thonerde sich wieder auflösen konnte, alsdann nach einem einstündigen Kochen, auf die gewöhnliche Art mit Salmiak geprüft, und hierauf das Ungelöste gewaschen, geglüht und gewägt. Der Unterschied zwischen diesen und dem ersten Gewicht gab durch den Verlust, die Menge der Thonerde an = 0,1995.

C. Das nach Abscheidung der Thonerde zurückgebliebene Eisenoxyd wurde durch Kochen in Salpeter-Salzsäure aufgelöst; die ungelöst bleibende Kiese Erde gesammelt und gewägt; sie betrug nach Abzug der Filter-Asche = 0,0045.

D. Die Eisen haltende Flüssigkeit ward darauf so genau als möglich mit kauftischem Ammoniak neutralisirt; das mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällte Eisenoxyd anfangs mit kaltem Wasser und zuletzt mit kauftischem Ammoniak gewaschen, lieferte nach dem Glühen 0,378 Eisenoxyd, entsprechend 0,3393 Eisenoxydul.

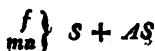
E. Die nach Abscheidung des Eisens übrigbleibende Flüssigkeit ward mit kohlensaurem Kali übersättigt und zur Trockne verdampft. Die in Wasser wieder aufgelöste Flüssigkeit hinterließ einen Niederschlag, der nachdem er aufs Filtrum gebracht und geglüht war, 0,072 Manganoxyd-oxydul gab, entsprechend 0,0869 Oxydul. Nach der Auflösung des Oxydes in Salzsäure und abermaliger Eintrocknung blieben 0,010 Kiese Erde zurück, auch zeigte sich das Mangan durch eine geringe Spur von Kalkerde verunreinigt.

Dieser Analyse nach sind also die Bestandtheile des Granates von Engström:

		in Hundert.	Sauerstoffgehalt:
Kieselerde $\left. \begin{smallmatrix} A \\ C \\ E \end{smallmatrix} \right\}$	0,4060	40,60	20,42
Thonerde B	0,1995	19,95	9,31
Eisenoxydul D	0,3393	33,93	7,72
Manganoxydul E	0,0669	6,69	1,46
		101,17	

Der Ueberschuss, den diese Analyse gab, kann sich leicht ein Jeder erklären, der mit Sorgfalt die genauen Methoden angewendet hat, deren man sich in neueren Zeiten zur Vermeidung von Verlust bedient. Die oft bis zum Unmöglichen gehende Schwierigkeit, vollkommen reine Reagentien zu erhalten, und die Niederschläge völlig auszuwaschen, von denen mehrere einige Antheile des Fällungsmittels zurückbehalten, sind die Ursachen, dass bei einer grösseren Sorgfalt in den analytischen Verfahren ein Ueberschuss fast schwerer zu vermeiden ist, als ehemals ein Verlust.

Berechnet man nach dieser Analyse die Zusammensetzung des Granates von Engström, so findet man, dass die zwei isomorphen Basen, das Eisen- und Manganoxydul, zusammen so viel Sauerstoff enthalten, als die Thonerde, die für sich die Base einer der beiden Silicate bildet, aus welchen der Granat besteht. Die Formel für den Granat von Engström ist demnach:



In den elektronegativen Bestandtheilen findet sich zwar ein kleiner Ueberschuss, aber abgerechnet die Kieselerde, welche wahrscheinlich von dem Kali her-

rührt, womit das Fossil zerlegt wurde, kam gewiss auch ein Theil von der Steinplatte, auf welcher das Fossil zerrieben ward, und überdies pflegt auch wohl selten ein Mineral ganz frei von mechanischer Einmischung dieses überall verbreiteten Körpers zu seyn.

Der Granat von *Fahlun*, der von Hrn. Hisinger *) analysirt worden, stimmt sowohl seinen äußern Charakteren und seinem specifischen Gewichte, als auch seiner ehemischen Zusammensetzung nach, mit diesem überein, und bietet im Vergleich zu der obigen Analyse ein interessantes Beispiel dar von der Eigenschaft der Basen sich gegenseitig zu ersetzen. Der Granat von *Fahlun* gab

Kieselerde	39,66	hält Sauerstoff	19,67
Thonerde	19,66	-	9,18
Eisenoxydul	39,68	-	9,94
Manganoxydul	-	-	-
von $mn + 8 Mn$ reducirt	1,70	-	-

100,70

In beiden Granaten findet man die Basis des einen Silicates, die Thonerde fast gleich; dagegen die Basen der anderen bedeutend verschieden. Beim Granate von Engström wird der geringere Gehalt von Eisenoxydul durch eine Menge von Manganoxydul ersetzt, die nahe eine solche ist, daß der Sauerstoff beider Oxydule zusammen, dem der Thonerde gleich wird, wodurch die beiden Granaten wieder in Uebereinstimmung kommen.

*) Afhandl. i Kemi och Fysik, IV. 385.

No. 2. Granat von New-York.

Kry stallgestalt: regulär, rhomboïdal - dodecaëdrisch. Flächen: glänzend, parallel mit den Kanten stark gefurcht; diese Furchen, welche durch übereinander angegeschlossene Kanten von Lamellen gebildet werden, machen die Oberfläche uneben. Farbe: dunkelviolet- roth. Härte und Verhalten vor dem Löthrohr ist wie bei der vorhergehenden Art, jedoch ist diese leicht löslicher in Flüssen und reagirt weniger auf Mangan als die erstere. Liefert ein graulich-rothes Pulver, das bei dem Glühen dunkler wird. Specif. Gew. = 5,90. Fundort bei New-York in Nordamerika, eingewachsen in einen Glimmerschiefer, der sehr reich an Glimmer ist. Die Analyse gab:

Kieselerde	42,51	hält Sauerstoff	21,38
Thonerde	19,15	"	8,94
Eisenoxyd	33,57	"	7,64
Manganoxydul	5,49	"	1,10
Kalkerde *)	1,07	"	0,28

101,79

Was den Ueberschuss in der Summe der Educte betrifft, so gilt von ihm, und besonders von der Kieselerde das, was zuvor angeführt ward. Auch konnte das Resultat etwas durch den Glimmer verändert werden, der sich unvermeidlich

*) Die Kalkerde ward durch Fällung mit klessaurem Ammoniak bestimmt, der Niederschlag gegläht, mit kohlensaurem Ammoniak getränkt, eingetrocknet, nahe zum Glühen erhitzt und als kohlen-saurer Kalk gewägt. Hierauf in Salzsäure gelöst, mit destillirter Schwefelsäure übersättigt, gegläht und wieder gewägt.

der zur Analyse genommenen Probe beigemengt, und dessen Gegenwart sich als kleine glänzende Punkte im Steinpulver zu erkennen gab. Die Formel wird dennoch ohne alle Schwierigkeit mit der vorigen gleich, wenn man die Kalkerde nicht als fremden Bestandtheil betrachten will, und ist nachstehende:

$$= \frac{f}{mn} \left\{ \begin{array}{l} 3 + 43 \end{array} \right.$$

No. 3. Granat von *Hallandsas*.

Bruch: eben, in den schaligen und unebenen übergehend, verräth im Großen undeutliche Neigung, Durchgänge zu bilden. Ist hart, ritzt Quarz. Farbe: hell und weniger ins Violette neigend, als bei dem sogenannten achten Granat. An dünnen Kanten durchscheinend. Glauz: stark harzartig. Giebt ein hellgraues ins Rosenrothe fallende Pulver, das durch starkes Glühen gelblich wird. Spezifisches Gewicht = 4,188. Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht und ruhig zu einer Kugel, welche metallisch angelauten ist. Im Borax außerst schwer löslich, die Masse schwärzt sich im Flusse, vermindert sich nach und nach langsam und färbt das Glas mit einer bald verschwindenden Eisenfarbe. Vom Phosphorsalz wird er unmerklich aufgelöst, färbt aber etwas das Glas. Mit Natron schmilzt er auf der Kohle schwer zu einer gläsernen Schlacke. Auf dem Platinblech zeigt er Mangan-Gehalt.

Hinsichtlich des Kalkerde-Gehaltes dieser Granaten wurde nach Wegschaffung der Kieselerde aus der ersten sauren Auflösung, die Thonerde und das Ei-

senoxyd durch kohlensaures Kali gefällt, welches Kalk und Talkerde als Bi-carbonate zurückließe; die Auflösung mit Salzsäure vermischt, deren Ueberschuß mit Ammoniak gesättigt und nach Abscheidung der Talkerde durch kleeßaures Ammoniak, die Talkerde mit kohlensaurem Kali gefällt. Letztere ward darauf mit der Flüssigkeit gekocht, diese zur Trockne verdampft, die Talkerde gesammelt, geglüht, gewägt und wiederum in Schwefelsäure gelöst um die Kiesel-erde abzuscheiden.

Das Mangan, welches nicht durch Kali gefällt war, ward vor der Fällung der Talkerde durch Hydrothion - Ammoniak ausgeschieden, in Salzsäure aufgelöst, durch kohlensaures Kali gefällt, nach Eintrocknen der Flüssigkeit gesammelt geglüht und gewägt. Ein geringer Antheil Mangan, welcher der Talkerde folgte, ward von dieser getrennt und besonders in Rechnung gebracht. Bei der Behandlung mit kohlensaurem Kali wurde das Gefäß, welches die Auflösung enthielt, durch ein nach innen convexes Glas bedeckt gehalten, damit das Aufbrausen der entweichenden Kohlenensäure zu keinem Verlust Anlaß gebe. Die Thonerde wurde durchs Kochen des Niederschlags mit kauftischem Kali ausgezogen, bis die Probe mit Salmiak zeigte, daß alle Thonerde aufgenommen war, worauf die Fällung derselben, nachdem sie durch Salzsäure niedergeschlagen und wieder aufgelöst war, durch kohlensaures Ammoniak bewirkt ward. Die nach dem Glühen gewogene Thonerde, wurde wieder in Schwefelsäure gelöst um dadurch die Kiesel-erde abzuscheiden und zu bestimmen, welche

der Auflösung der ersteren aus ihrer Lauge mitgefolgt war.

Diese Analyse gab:

Kieselerde	41,00	hält Sauerstoff	20,623
Thonerde	20,70	- - -	9,388
Eisenoxydul	28,81	- - -	6,500
Talkerde	6,04	- - -	2,338
Kalkerde	1,50	- - -	0,421
Manganoxydul	2,88	- - -	0,633

100,33

Obgleich ein kleiner Ueberschuss bei den Basen Statt findet, wie man aus dem zweiten Ausdruck ersieht, so wird dennoch die Zusammensetzung dieser Granaten durch die Formel

$$\left. \begin{matrix} f \\ C \\ M \\ mn \end{matrix} \right\} S + AS$$

ausgedrückt, wenn man den Kalk nicht als fremde Einmischung betrachten will.

No. 4. Schieferiger Granat von *Holland*.

Bruch: großblättrig oder schiefrig mit drei deutlichen Durchgängen. Ist sehr spröde, und zerspringt leicht in der Richtung zweier Durchgänge, wodurch die tafelartige Beschaffenheit der Bruchstücke, mehr oder weniger deutlich bestimmt wird. Durchsichtigkeit und Verhalten vor dem Löthrohr ist gleich mit dem Vorhergehenden; aber die Farbe ist heller. Glanz unbedeutend, auf einigen Stücken ist die Oberfläche braun angelaufen oder mit Eisenoxyd bedeckt. Giebt ein schwach rosenrothes Pulver, das durch Glühen rothbraun wird, ähnlich dem Eisenocker. Spezif. Ge-

wiegt = 4,043. Vorkommen: in Halland unweit Halmstad, als groß-kantige Stücke in einer aus kleinen Hornblende-Krytallen und fein-körnigem Quarz zusammengesetzten Bergart, in der außerdem ganz kleine Granatkrytalle angetroffen werden, die wahrscheinlich von derselben Art sind.

Die Analyse gab:

Kieselerde	42,000	hält Sauerstoff	21,72
Thonerde	21,000	- - -	9,80
Eisenoxydul	25,180	- - -	5,73
Kalkerde	4,980	- - -	1,39
Talkerde	4,320	- - -	1,67
Manganoxydul	2,375	- - -	0,52
Verlust	0,145		

100,000

und hieraus scheint man die Formel

$$\left\{ \begin{array}{l} C \\ M \\ mn \end{array} \right\} 3 + 48$$

ableiten zu können,

No. 5. Granat vom Vesuv.

Kommt am Vesuv in kleinen, meist aufeinander gewachsenen Krytallen von verlängert rhomboïdal-dodecaëdrischer Gestalt vor, in Begleitung eines weissen Minerals, das theils in größeren oder kleineren Körnern mit dem Granat zusammengewachsen, theils in ihm eingesprengt ist und Adern bildet. Die Krytalle sind hell, rothbrann glänzend an den Kanten durchscheinend und ritzen das Glas tief, aber nicht den Quarz. Spezifisches Gewicht = 3,428. Vor dem Löthrohr schmilzt er ruhig und leicht zu einer Ku-

gel, die nicht magnetisch ist und eine glänzende Oberfläche, ohne fleckige Anlaufung, besitzt. In Borax ist er schwer löslich; die Probe wird durch die Einwirkung des Feuers etwas dunkel und färbt das Glas etwas schwach von Eisen. Wird durch Phosphorsalz nur langsam zersetzt. Schmilzt mit Soda auf der Kohle zur glänzenden Kugel, und zeigt auf dem Platinblech einen Mangangehalt.

Die Analyse, welche mit ausgesuchten, von sichtlicher Einmischung des weissen Fossils befreiten Fragmenten angestellt ward, gab folgendes Resultat:

Kieselerde	39.93	hält Sauerstoff	20.08
Thonerde	13.45	-	6.28
Kalkerde	31.66	-	8.89
Eisenoxyd	14.90	-	4.56
Manganoxydul	1.40	-	0.31
	<hr/> 101.34		

Die geringe Menge der Thonerde zeigt durch ihren Sauerstoffgehalt, daß diese Erde mit dem Eisenoxyd vereinigt die Basis des einen Silicates bildet. Aber der Ueberschuß, den beide Basen alsdann zeigen, und das was fehlen würde, wenn nur Kalkerde und Manganoxydul in das zweite Silicat eingingen, berechtigen einen kleinen Antheil des Eisens als Oxydul anzunehmen. Das Resultat der Analyse würde alsdann folgendermaßen ausfallen:

Kieselerde	39.93	hält Sauerstoff	20.08
Thonerde	13.45	-	6.28
Eisenoxyd	10.95	-	3.35
Eisenoxydul (von 3.95 Oxyd)	3.35	-	0.81
Kalkerde	31.66	-	8.89
Manganoxydul	1.40	-	0.30
	<hr/> 100.94		

Nach dieser Berechnung würde die Zusammensetzung dieser Granaten ausgedrückt werden durch die Formel:

$$\left\{ \begin{matrix} 6 \\ mn \end{matrix} \right\} s + \frac{1}{F} \left\{ \begin{matrix} 4 \\ s \end{matrix} \right\}$$

Ogleich eine Untersuchung des Minerals, welches diesen Granaten begleitet, nicht in den Platz dieser Arbeit gehört, so glaube ich ihr doch als Anhang zu diesem Artikel hier eine Stelle einräumen zu müssen, da dieses Fossil zu einer noch nicht ins Klare gebrachten Art gehört, nämlich zum *Sodalith*.

Untersuchung des weissen-Minerals, welches den so eben angeführten Granat vom Vesuv begleitet.

Dieses Mineral besitzt eine weisse Farbe, geringe Durchsichtigkeit, körnige Textur und ist spröde. Vor dem Löthrohr verliert es, bevor es schmilzt, nichts von seiner Durchsichtigkeit; verändert sich nicht im Kolben und liefert kein Wasser; schmilzt in dünnen Splittern an den Kanten unter einigem Blasenwerfen viel schwerer als Mesotyp und Mejonit, aber viel leichter als Albit oder Eispath. Von Borax wird es sehr langsam ohne Aufbrausen zu einem farblosen Glase aufgelöst. Die Probe zergeht im Flusse und das Ungelöste gleicht einem Kiesel-Skelett in Phosphorsalz. Ein kleines Fragment wird leicht in Phosphorsalz aufgelöst, schwillt aber nicht auf und wird folglich nicht zerfetzt. Mit Natron schmilzt es auf der Kohle, langsam unter beständigem Kochen zu einer durch Blasen unklar gewordenen, farblosen Kugel, die bei länger anhaltendem Feuer weniger blasig wird. Mit Kobaltsolution giebt es schwache blaue Farbe an

den Kanten. Reagirt mit Kupferoxyd nicht auf Salzsäure, die doch auf nassem Wege darin entdeckt wird. Durch Kochen mit Salz- und Salpetersäure wird es ziemlich leicht zersetzt, unter Zurücklassung von Kieseelerde in gelatinösen Klumpen.

Stücke, die bei gelinder Wärme getrocknet werden, verlieren durch viertelstündiges Glühen im Platintiegel nichts an Gewicht, verändern sich auch sonst nicht. Die Analyse gab:

Kieseelerde	50,98	hält Sauerstoff	25,64
Thonerde	27,64	-	12,91
Natron	20,96	-	6,07
Salzsäure	1,29		

100,87

Wenn man annimmt, daß das salzsaure Salz, welches wohl nicht zur wesentlichen Zusammensetzung des Minerals gehört, entweder bloß Thonerde, oder was wahrscheinlicher ist, Thonerde und Natron, in dem Verhältniß, daß sie der Salzsaure entsprechen, enthalte, nicht aber bloß Natron, so scheint die Formel zu seyn: $NS^2 + 2AS$, wobei jedoch ein geringer Ueberschuß an Kieseelerde Statt findet. Obgleich diese Formel die einzige ist, die aus der vom Grafen Borkowsky gemachten Untersuchung des vulvischen Sodaliths hergeleitet werden könnte, so kann doch seine Analyse durchaus nicht dem Minerale angepaßt werden, welches ich hier beschrieb. Ein noch größerer Unterschied zeigt sich zwischen meiner Analyse und der des Hrn. Arfvedson *) von einem Sodalith, welchen dieser als den nämlichen be-

*) K. Vetensk. Acad. Handling. af år 1821.

trachtet, der vom Grafen Borkowsky untersucht ist. Diese Unähnlichkeit mit dem von mir untersuchten verräth sich schon vor dem Löthrohr, da ich Gelegenheit hatte, einen Versuch mit einer Probe von derselben Stufe anzustellen, welche Hr. Arfvedson untersucht hat. Diese Art ist viel schwerer schmelzbar, und die Salzsäure, die er zu 5,3 Procent angiebt, verräth sich leicht durch die gewöhnliche Reaction. Diese beiden Fossilien sind also bestimmt von einander verschieden.

No. 6. Gelber Granat von *Langbanshytta*.

Bruch: eben, sich mehr dem feinkörnigen nähernd als dem splittrigen; zeigt keine Spur von dem Glasglanz der Kry stall - Ebenen, die bei dem dunklen Granat von *Langbanshytta* (Rothhoffit) vorkommen. Ritzt Glas, giebt mit dem Stahle Feuer, wird von Quarz geritzt. An den Kanten durchscheinend. Farbe gelb, mehr oder weniger bräunlich, trockenem Gummigutt ähnlich. Glanz: harzartig. Giebt ein blaß citronengelbes Pulver (kein grangelbes wie der Rothhoffit). Spezif. Gewicht $\approx 3,965$. Löst sich in Salzsäure mit Aufbrausen ohne Entwicklung von Chlor auf. Kommt bei *Langbanshytta* vor, in größeren oder kleineren Massen, bisweilen eingewachsen in Rothhoffit. Auf den Oberflächen einiger Stufen bemerkt man Zeichen von Kry stallisation. Vor dem Löthrohr schmilzt er zu einer schwarzen glänzenden magnetischen Kugel, die mit mehr Schwierigkeit vollkommen rund fließt, als bei anderen Granaten. In Borax und Phosphorsalz ist er leicht löslich zu einem ziemlich stark vom Eisen gefärbten Glase. Auf der Kohle

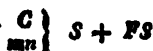
schmilz es mit Soda zu einer dunkeln Kugel, mit etwas unebener Oberfläche. Zeigt auf Platinblech starke Reaction von Mangan. Das Resultat der Analyse war:

Kieselerde	35,10	hält Sauerstoff	17,69
Eisenoxyd	29,10	"	8,92
Kalkerde	26,91	"	7,53
Manganoxydul	7,08	"	1,35
Kali	0,98		
Verlust an Kohlensäure	0,80		

100,00

Die unvermuthete Gegenwart des Kali, schrieb ich im ersten Versuche, theils dem Feldspathe der Porphyrplatte zu, auf welcher das Fossil gerieben wurde, theils dem Glaskolben, in welchem es durch Kochen aufgelöst ward und der von der Säure angegriffen schien. Bei einem zweiten Versuche bediente ich mich daher einer Reibeplatte von Feuerstein, und bewerkstelligte die Auflösung in einer Platinschale. Nachdem die Erden und Metalle ausgefällt waren, ward die Flüssigkeit eingetrocknet und das erhaltene Salz gelinde geglüht. Bei der Wiederauflösung im Wasser blieb etwas Mangan zurück, das der Fällung mit Hydrothion-Ammoniak entging und nun unauflöslich geworden war; eine geringe Menge salzsauren Kalkes ward durch klee-saures Ammoniak gefällt. Die Salzmasse, welche nach abermaliger Eintrocknung der Flüssigkeit anrückblieb, ward zur Zerstörung des klee-sauren Ammoniaks geglüht, wieder aufgelöst und zur KrySTALLISATION abgeraucht, wobei sich das Kali-Salz in kleinen rechtwinkligen Tafeln absetzte. Diese wurden im Wasser gelöst, mit einer Auflösung des

Doppelsalzes von salzsaurem Platinoxid und Natron vermischt und bei gelinder Wärme eingetrocknet. Die Salze wurden mit starkem aber nicht wasserfreiem Alkohol behandelt, der das Doppelsalz von Kali zurückliefs. Diefes auf Filter gebracht, mit Alkohol gewaschen, getrocknet und gewägt, ward nach der Annahme berechnet, dafs das Platinsalz 30,73 pr. C. salzsaures Kali enthalte. Mehrere Versuche die Kohlensäure zu bestimmen, gaben sehr abweichende Resultate, welches die Vermuthung bestätigt, dafs sie mechanisch eingemengtem kohlensaurem Kalk zugehöre. Die Zusammensetzung dieses Granaten wird ohne Schwierigkeit durch die Formel:



bezeichnet.

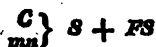
No. 7. Gelber Granat aus der Gegend von *Altman*.

KrySTALLFest in etwas verlängerten rhomboëdalen Dedecaëdern. Bruch: uneben, dem körnigen sich nähernd. Farbe: dunkelgelb, fast wie unreines Gummigutt. Der Glanz der KrySTALLflächen ist stark glasartig, im Bruche quarzartig. Hart, ritzt Quarz aber schwach. Giebt weifsägelbes Pulver. Vorkommen: in schwarzem magnetischem Eisenerze, in drufsig zusammenhängenden KrySTALLen von der Gröfse einer kleinen Nufs. Spezif. Gewicht = 3,871. Verhält sich vor dem Lathrohr vollkommen wie der von *Langbanhytta*, ist aber etwas schwerer schmelzbar. Löst sich in Salzsäure ohne Aufbrausen oder Entwicklung von Chlor auf, mit Hinterlassung gelatinirender Kieselerde. Die Analyse gab:

Kieselerde	35,64	halt Sauerstoff	17,92
Eisenoxyd	30,00	- - -	9,24
Kalkerde	29,21	- - -	8,20
Manganoxydul	3,02	- - -	0,66
Kali	2,35	- - -	0,59

100,22

Dieser Granat, von welchem Hr. Berzelius die Güte hatte mir die Probe zur Analyse aus seiner Sammlung zu geben, scheint mir durch seinen bedeutenden Kali-Gehalt merkwürdig. Die Aehnlichkeit mit dem vorhergehenden, sowohl hinsichtlich der Gegenwart dieses Bestandtheiles als auch der Schmelzbarkeit und Farbe, läßt bedauern, daß das quantitative Bestandtheilverhältnisse nicht übereinstimmen; der ausfiel; es würde gewiß von besonderem Interesse gewesen seyn, denselben Granat bei Altenau krystallifirt gefunden zu haben, der bei Langbanahytta in derben Massen vorkommt. Die Analyse liefert die Formel:



Es ist jedoch die Frage, ob das Kali bloß als Basis eines den Granaten mechanisch beigemengten eigenen Silicates gegenwärtig ist, oder ob es nicht den beiden andern Basen zugerechnet werden muß, die gleich dem Kali als 2 Atomen Sauerstoff haltend angenommen werden. Ein kleiner Ueberschuß bei der Basis im zweiten Gliede der Formel, kommt von dem Eisen, welches der Granat wahrscheinlich aus seinem Muttergestein aufgenommen hat.

No. 8. Grünlicher Granat von *Hesselskulla*.

Bruch, Glanz und Durchsichtigkeit hat dieser mit dem von *Langbanshytta* gemein, ist jedoch weniger hart als jener. Farbe: dunkelgrau ins Grüne ziehend; giebt ein aschgraues Pulver. Vorkommen: bei *Hesselskulla* mit fleischfarbenem Feldspath in grösseren und kleineren Stücken. Kleine Kryalle in Gestalt von Granat-Dodecaëdern ragen aus dem Kalko hervor, der in die derbe Granat-Masse eingeprengt ist.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie der von *Langbanshytta*, schmilzt aber leichter zu einer Kugel und die Probe wird nicht vom Magneten angezogen. Wird durch Salzsäure mit einigem Aufbrausen zer-
setzt. Das Resultat der Analyse war:

Kieselerde	. .	38,125	hält Sauerstoff	19,17
Eisenoxyd	. .	19,420	" " "	5,94
Thonerde	. .	7,325	" " "	3,42
Kalkerde	. .	21,647	" " "	8,88
Manganoxydul	. .	3,300	" " "	0,72
Verlust an Kohlensäure		0,183		

100,000

Seine Formel ist = $\frac{C}{ma} \} 3 + \frac{4}{p} \} 8.$

No. 9. Brauner Granat von *Hesselskulla*.

Bruch: meist eben; jedoch in zwei Richtungen, die sich schief durchschneiden, ins Feinblättrige übergehend, ohne bestimmte Durchgänge; in einer dritten Richtung zeigt sich der Bruch mehr oder weniger uneben. Verräth keine Neigung zum schlüfrigen oder splittrigen Bruch. Farbe: tief dunkelblau ins Braune oder Kupferblaue fallend. Ritzt Glas, wird vom

Quarz geritzt. Ist undurchsichtig und der Glanz stärker als bei dem vorhergehenden. Aus der derben Masse und aus dem Kalkspath, der in ihm sitzt, schießen kleine dunkle zusammengehäufte Granatkryrstalle hervor, die sich, gegen das Licht gehalten, mit röthlicher Farbe durchscheinend erweisen. Giebt ein graubraunes Pulver, welches durch Glühen eine dunklere Farbe annimmt. Wird wie die vorige Art von Salzsäure gelöst, mit kaum bemerkbarem Aufbrausen ohne sein Gewicht zu verändern. Vorkommen: bei Hesselkulla; schmilzt vor dem Löthrohr zu einer schwach magnetischen Kugel, mit etwas unebener Oberfläche, die nicht metallisch angelaufen ist. Verhält sich im Uebrigen gleich dem vorhergehenden. Das Resultat der Analyse ist

Kieselerde	37.993	hält Sauerstoff	19.11
Eisenoxyd	23.523	- - -	0.74
Thonerde	2.712	- - -	1.26
Kalkerde	30.740	- - -	4.63
Manganoxydul	1.615	- - -	0.13
<hr/>			
100.585			

Seine Formel ist also $= \frac{C}{mn} \} s + \frac{F}{l} \} s.$

No. 10. Schwarzer Granat von *Arendal*.

Kry stallgestalt: verlängertes Granat-Dodecaëder, mit abgestumpften Seitenkanten. Bruch: fast eben, mit Spuren vom feinblättrigen. Die Kry stalle werden vom Quarz nicht geritzt, aber die Oberfläche des derben wird sowohl vom Quarz als vom Messer angegriffen. Farbe: kohlschwarz, noch tiefer als ich sie bei andern Melaniten sah, undurchsichtig, die Kry-

stalle glänzend, sonst matt oder höchstens Fettglanz zeigend. Giebt ein dunkles bleifarbenes, fast schwarzes Pulver, das beim Glühen über der Lampe grau-lich gelbgrün wird, aber beim strengen Weisglühen eine hell Eisenockerfarbe annimmt. Nach einem viertelstündigen Glühen wurde ein Stück des Granaten grau, ohne dabei an Gewicht zu verlieren. Säuren lösen ihn nicht, ziehen aber bei längerer Digestion des Steinpulvers Kalk aus, wahrscheinlich einem nicht sichtbar eingesprengten Kalkspath angehörend, weshalb auch die zur Analyse angewandte Probe zuvor mit verdünnter Essigsäure digerirt wurde, welche dabei eine nicht gar geringe Portion Kalk aufnahm. Das specif. Gewicht, bestimmt mit einer von Kalkspath freien Kry stallgruppe = 3,157. Vorkommen: bei Arendal in Norwegen, in derben mit Kalkspath eingesprengten Stücken, aus denen Kry stallen hervorragen, die meist zusammen oder aufeinander sitzen, ohne Drusen zu bilden. Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, mit starkem Lichte und lange anhaltendem Aufwallen, zu einer nicht magnetischen, dunkel graugrünen Kugel, mit glänzender Oberfläche. Vom Borax wird er leicht und in Menge zu einem, nicht sonderlich stark durch Eisen gefärbten Glase aufgelöst. Von Phosphorsalz wird er leicht zer- setzt und läßt dabei Kieselerde zurück. Mit Soda auf Platinblech verräth er Mangan.

Die Analyse gab:

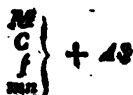
Kieselerde	42,350	mit Sauerstoff	21,35
Thonerde	22,475	- - -	10,49
Eisenoxydul	9,292	- - -	2,85
Talkerde	13,430	- - -	5,20
Kalkerde	6,525	- - -	1,87
Manganoxydul	6,273	- - -	1,37

100,445

Dieser Granat ist merkwürdig durch seinen großen Gehalt an Talkerde *) und durch sein geringes spezifisches Gewicht. Daß das Eisen sich auf seiner niederen Oxydationsstufe befinde, wurde durch das Verhältniß zwischen Sauerstoff und Basen bestimmt und scheint nicht in Zweifel gezogen werden zu können, obgleich sich die bei den Granaten gewöhnliche Reaction des Oxyduls vor dem Löthrohr hier nicht zu erkennen gab. Entweder ward der metallische Beschlag der geschmolzenen Kugel durch die überwiegende stärkere Base verhindert, oder es war, damit die Reduction des Metalles sichtbar werde, eine größere Menge Oxyduls nöthig, als dieser Granat enthält. Ein Theil des Kalkgehaltes beruht sicher auf Einmischung, da er vor der Analyse nicht völlig wegzuschaffen ist, und möglicherweise außer dem Kalkspath, auch Kalksilicat eingemengt seyn könnte. Daraus kann der, wiewohl nicht bedeutende, Ueberschuß erklärt werden, der in dem ersten Gliede der Formel entsteht, wenn man den Sauerstoff des ganzen Kalkgehaltes den übrigen dahin gehörigen Basen

*) Ob wohl der starke Schein, den dieser Granat beim Schmelzen in der Löthrohrflamme verbreitet, von der Talkerde herührt? (T. W.)

hinzurechnet. Dann scheint die Zusammensetzung ohne Schwierigkeit durch die Formel



ausgedrückt werden zu können,

No. 11. Schwarzbrauner Granat von Arendal.

Kry stallform: trapezöidal, die unvollkommen ausgebildeten drufig zusammenstehenden Kry stallen stehen aus der derben Granat-Masse hervor; bei dieser ist der Bruch körnig, hie und da ins Blättrige übergehend; bei den Kry stallen hingegen undeutlich feinsblättrig. Farbe: schwarz ins Braune neigend. Undurchsichtig. Die Oberfläche der Kry stallen ist schwach glänzend, fast matt. Die derbe Masse durchaus ohne Glanz. Die Kry stallen ritzen Quarz, jedoch schwer. Giebt ein graubraunes Pulver, das durch starkes Glühen einen unbedeutenden Stich ins Braune erhält. Specif. Gewicht der derben Masse $\approx 3,665$. Vor dem Lathrohr schmilzt er leicht zur glänzenden Kugel, die nicht magnetisch ist; wird von den Flüss. zu einem durch Eisen stark gefärbten Glase aufgelöst. Mit Soda schmilzt er auf der Kohle zu einer Kugel mit etwas unebener Oberfläche. Zeigt Mangan auf Platinblech. Resultat der Analyse:

Kieseelerde	40,20	hält Sauerstoff	20,22
Thonerde	6,95	"	3,24
Eisenoxyd	20,50	"	6,28
Kalkerde	29,48	"	8,28
Manganoxydul	4,00	"	0,88

101,13

Mit Uebergangung des gewöhnlichen Uebersehens von Kieseelerde, wovon ich vorhin die Ursache angab, ergibt sich für die Zusammensetzung dieser Granaten die Formel

$$= \frac{C}{mn} s + \frac{A}{F} s.$$

No. 12. Hellgrüner durchsichtiger Granat vom *Wilui-Fluss* in Kamtschatka.

Krystallform: trapezoidal, etwas verlängert mit 12 abwechselnd abgestumpften Ecken. Auf den Krystallflächen bemerkt man undeutliche Furchen, die rhomboëdrische Figuren bilden zu wollen scheinen. Bruch: ist eben, sich fast dem schaligen nähernd. Hart, ritzt Quarz. Farbe: hell graugrün oder apfelgrün, aber so schwach, dass sie bei den Bruchstücken fast verschwindet. Durchsichtig. Specifisches Gewicht = 3,64.

Verhalten vor dem Löthrohr: Giebt kein Wasser, schmilzt leicht und ruhig zur gelbbraunen Kugel mit glänzender Oberfläche. Mit Borax und Phosphorsalz schmilzt er langsam zu einer durch Eisen schwach gefärbten Kugel; mit Soda auf der Kohle hingegen schwer zur weißgelben Schlacke. Auf dem Platinblech zeigt sich schwache Mangan-Reaction.

Das Pulver erscheint fast ganz weiß, aber mit einem Körper von reiner weißer Farbe zusammengelegt, z. B. mit Magnesia alba, bemerkt man einen deutlichen Stich ins Ockerfarbene oder schwach Rothgelbe. Diese Nüance verschwindet bei starkem Glühen und geht in eine graue über, die aber nur durch Vergleichung sichtbar wird. Ich habe mich aus einer

Ursache, die sich weiter unten zeigen wird, etwas umständlich hiebei aufgehalten. Von Salzsäure wird dieser Granat durch Digestion zum Theil aufgelöst.

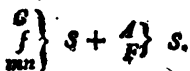
Hr. Berzelius hatte die Güte einen Kry stall dieses schönen Granaten von der Grösse einer Haselnuss aufzuopfern, und dadurch war ich in den Stand gesetzt, eine Analyse desselben zu machen. Das Resultat war folgendes:

Kieselerde	40,55	hält Sauerstoff	20,39
Thonerde	20,10	- - -	9,38
Kalkerde	34,86	- - -	9,79
Eisenoxyd	5,00	- - -	1,53
Manganoxydul	0,48	- - -	0,12

100,99

Ungeachtet der grünen Farbe dieses Fossils trage ich kein Bedenken, den grössten Theil des Eisens als Oxyd anzunehmen, da eine so grosse Menge Oxydul gewiss eine tiefere grüne Farbe hervorgebracht haben würde. Schon beim Beryll sehen wir weit stärkere Färbung durch kaum 1 pr. C. Eisenoxydul hervorgebracht. Das Verhalten der Farbe des Pulvers scheint auch den höhern Oxydations Grad anzudeuten, neben einer kleinen Einmischung von Oxydul, und ausserdem zeigt der Sauerstoffgehalt der Thonerde, verglichen mit dem des Kalkes und des Manganoxyduls, dass hier das Eisen als Oxyd oder als 3 atomige Basis vorhanden ist, und dass nur ein kleiner Theil als Oxydul der Farbe den Stich ins Grüne ertheilt. Dieser Granat ist nicht allein wegen seiner Durchsichtigkeit, sondern auch deshalb sehr interessant, weil man bei ihm in Wirklichkeit findet, was die Theorie schon als möglich aufstellte, nämlich einen Fall, wo.

das Eisen nicht zur wesentlichen Constitution des Granates gehört. Die Formel für denselben wird, wenn man die geringe Beimengung von Eisen und Mangan übergibt; $CS + MS$ oder wenn man sie aufnimmt:



Hr. Liboschitz hat in *Gilb. Annalen* *) den hier untersuchten Granat unter dem Namen *Grofsular* beschrieben und seine Krytallgestalt daselbst auf Taf. IV. Fig. 3. abgebildet. Aber der *Grofsular* (worauf sich Hoffmann bei der Beschreibung eines granatförmigen Minerals bezieht, und welches das nämliche zu seyn scheint, als das, was hier analysirt ward), welcher nach Klaproth's Analyse, aus

Kieselerde	44.00
Thonerde	8.50
Kalkerde	33.5
Eisenoxyd	12.00

98.00

besteht, kann nicht hieher gehören. Hany's *Aplom* weist sich schon durch seine tief dunkelbraune Farbe als eine andere Varietät von Granat aus. Laugier's Analyse desselben (im Tableau comparatif angeführt) giebt wegen des grossen Verlustes, keinen erheblichen Aufschluss, obgleich der Gehalt an Kiesel- und Thonerde vollkommen mit dem hier untersuchten übereinstimmt.

No. 13. Granat von *Klemetsanne* in Norwegen.

Krytallisirt in vollkommen ausgebildeten regulären Rhomboïdal-Dodekaëdern. Die Krytalle, wel-

*) Band 72. S. 429. (P.)

ehe ich nur lese sah, haben die Größe einer kleinen Erbse und darunter. Sie sind von einem weissen Mineral theils überzogen, theils in reichlicher Menge aderförmig durchsprengt, das dem Ansehen und dem Verhalten vor dem Löthrohre nach, dem Albit ähnlich ist, jedoch etwas leichter schmelzbar zu seyn scheint. Farbe ist schmutzig rothbraun, fast ohne Glanz. Dünne Splitter sind schwach durchscheinend. Das Pulver ist blaß rosenroth, und wird beim Glühen dunkler fast ziegelfarben. Durch Digestion mit Salzsäure wird dieser Granat größtentheils aber nicht vollkommen aufgelöst. Spezif. Gewicht = 3,851. Vor dem Löthrohr bekommt er im stärksten Feuer eine dunklere Farbe, schmilzt, und behält dieselbe auch nach der Abkühlung. Er schmilzt ruhig und leicht zu einer schwarzen Kugel, mit metallisch angelangenen Flecken auf der glänzenden Oberfläche. In Borax schwer löslich. Durch Phosphorsalz in geringer Menge zersetzbar. Die Flüsse werden schwach durch Eisen gefärbt und mit Soda auf Platinblech zeigt sich Mangan-Reaction. Die Analyse lieferte:

Kieseelerde	52,107	hält Sauerstoff	26,20
Thonerde	18,035	- - -	8,42
Eisenoxydul	23,540	- - -	5,36
Kalkerde	5,775	- - -	1,62
Manganoxydul	1,745	- - -	0,39

101,202

Die große Quantität von Kieseelerde macht es unmöglich, die Resultate der Analyse von diesem Granate auf eine Art zu berechnen, die mit der theoretischen Ansicht von der Zusammensetzung der Granate übereinstimmte, zu welcher die vorhin angeführten

Analysen-Anleitung gaben. In Vermuthung, es habe irgendwo ein Mißgriff Statt gefunden, wiederholte ich diesen Versuch, so wie auch die meisten der übrigen, dreimal und stellte einen vierten, bloß zur Bestätigung des Kiesel-erde-Gehaltes an. Die Resultate weichen aber nur so unbedeutend von einander ab, wie es selbst bei den genauesten Analysen nicht ungewöhnlich ist. Was noch mehr die Aufmerksamkeit auf sich zieht, als der bloße Ueberschuß des einen Bestandtheiles, ist der Umstand, daß der Sauerstoff der Basen mit dem der Kiesel-erde verglichen, ganz leicht auf ein *Bisilicat* deutet, so daß die Zusammenfassungsformel den Ausdruck bekommt:

$$\left\{ \frac{C}{ma} \right\} S + 4S^2 \text{ oder richtiger } 4S + \left\{ \frac{C}{ma} \right\} S^2$$

indem man voraussetzen muß, daß die Stärken Basen die größte Menge Kiesel-erde aufnehmen. Eine solche Abweichung von dem, was die Erfahrung über die Zusammenfassung so vieler Granaten bezeugt, kann indeß schwerlich durch die Analyse eines Minerals als bewiesen angesehen werden, welches, wie das in Rede stehende, durch fremde Beimengung so unrein ist. Ich glaube daher, daß hinsichtlich dieses Verhältnisses, der Granat von *Klemetschane* einzuweisen bei Seite gesetzt werden muß.

Die sämtlichen hier angeführten Analysen, welche nur mit Zuziehung der Ansichten des Hrn. Mitscherlich über das ZusammenkrySTALLISIREN isomorpher Basen, einen Begriff von der chemischen Constitution der untersuchten Mineralien geben können, würden wie es scheint, ganz offenbar die Bestimmung eines allgemeinen Principis für die Zusam-

zusammensetzung der Granaten darbleten, wenn die Anzahl der von mir untersuchten, in Vergleich mit den zahlreicheren Abarten dieses Geschlechtes nicht zu beschränkt wäre, um daraus eine so allgemeine Schlussfolgerung ziehen zu dürfen. Um zu sehen, inwiefern die schon früher vorhandenen Granat-Analysen zu einer größeren Gewissheit führen würden, habe ich diesen Vergleich derselben unternommen, aber die Schlüsse, die man aus den meisten älteren ziehen kann, sind im höchsten Grade unsicher, da diese Untersuchungen in eine Zeit fielen, in der keine theoretische Ansichten mit ihnen in Verbindung standen, und man deshalb kein besonderes Interesse auf völlige Genauigkeit in den quantitativen Verhältnissen legte, auch die Methoden der Analyse, gegen die jetzige Vollkommenheit derselben sehr mangelhaft waren. Indess sind mehrere darunter, die nicht un deutlich die Anwendung desselben Principe gestatten, welches die Lehre von den bestimmten Proportionen und die Eigenschaften der isomorphen Basen darbieten und dem ich bei der Berechnung der Zusammensetzung der von mir untersuchten Granaten folgte. Ich werde hier die Resultate einiger dieser Analysen aufzählen und den Sauerstoffgehalt der Edulte daneben setzen:

Harley's *Almandin* (Hay's Tahl. comp.)

- 0.1 Kieselrde 37.75 hält Sauerstoff 18.94

11.0 Thonerde 27.25 " " 12.72

21.0 Eisenoxydul 32.32 " " 7.35

26.0 Magna 9.45

- 100 97.57

Ich habe das Eisenoxyd als Oxydul in Rechnung gebracht, weil dieses Metall im *Almandin* wahrscheinlich immer auf dieser niedrigen Oxydationsstufe vorhanden ist. Im Falle man mit vollem Vertrauen annehmen kann, daß Eisen und Thonerde scharf von einander abgechieden wurden, so paßt die theoretische Ansicht gewiß nicht auf die Zusammensetzung dieses Granaten.

Klaproth's *Melanit* (Tabl. compar.)

Kieseelerde	35,50	hält Sauerstoff	17,85
Thonerde	6,00	" " "	2,80
Eisenoxyd	25,23	" " "	7,66
Kalkerde	32,50	" " "	9,12
Mangan	0,40		
<hr/>			
	99,65		

In der Voraussetzung, daß die Analyse einer kleinen Correction bedarf, liefert sie deutlich die Formel $\text{CS} + \frac{4}{3} \text{S}$.

Klaproth's *Pyrop*. (Tabl. compar.)

Kieseelerde	40,0	hält Sauerstoff	20,12
Thonerde	28,5	" " "	13,31
Kalkerde	10,0	" " "	3,87
Eisenoxyd	14,8	" " "	4,37
Kalkerde	3,5	" " "	0,97
Mangan	0,2		
<hr/>			
	97,0		

Die Reduction des Eisens zu Oxydul wird durch die Analogie mit den übrigen Granaten gerechtfertigt, in denen man dieses Metall und die Thonerde in größerer Menge beisammen findet. Die Zusammenfz-

zung des Pyrop's würde sich wohl nach dieser Analyse ohne Schwierigkeit durch die Formel $\frac{M}{C} \left\{ S + 2 AS \right\}$ ausdrücken lassen; aber es bedarf mehrerer Beispiele, um eine solche Zusammensetzung bei Granaten annehmen zu können. Zieht man neben dem Verlust in der Analyse zugleich die Schwierigkeit in Betracht, Talk- und Thonerde mit Genauigkeit von einander zu trennen, welche bei den älteren Methoden noch größer war, als bei den jetzigen, so muß man das Urtheil über die Zusammensetzung des Pyrop's auf weiteren Untersuchungen beruhen lassen.

Vauquelin's böhmischer Granat. (Tabl. compar.)

Kieselerde	36,0	hält Sauerstoff	18,12
Thonerde	22,0	- - -	10,27
Eisenoxydul	36,8	- - -	8,37
Kalkerde	3,0	- - -	0,84

97,0

Die Annahme des Eisens als Oxydul wird, beim böhmischen Granaten, sowohl durch die schon vorhin gemachte Bemerkung gerechtfertigt, als auch durch das Verhalten desselben vor dem Löthrohr. Sehr wahrscheinlich wird man aus der Analyse die Formel $fS + AS$, oder wenn man will, $\frac{f}{C} \left\{ S + AS \right\}$ herleiten können.

Klaproth's sibirischer Granat. (Tabl. compar.)

Kieselerde	44,0	hält Sauerstoff	22,13
Thonerde	8,5	- - -	3,90
Kalkerde	35,5	- - -	9,97
Eisenoxyd	12,0	- - -	3,64
Mangan u. Verlust	2,0	- - -	

100,0

Das Resultat dieser Analyse läßt sich unmöglich in die einfache Formel mit zwei Ausdrücken bringen; worin die Basen im gleichen Sättigungsgrad mit der Kiesel-erde verbunden sind. Dieselbe Bemerkung gilt für den von Vauquelin analysirten Granat von Pic d'Ereslidz (Tabl. comp.).

Melanit, analysirt von Hrn. Hisinger. (Afh. i Physik och Kemi, II. 153.

Kiesel-erde . .	34,53	hält Sauerstoff	17,36
Kalk-erde . .	24,36	- - -	6,84
Eisenoxydul . .	36,01	- - -	8,20
Thon-erde . .	1,00	- - -	0,46
Flüchtige Theile	0,50		
Verlust . .	3,60		
<hr/>			
	100,00		

Der große Verlust erschwert die Berechnung dieser Analyse, die indessen die Formel $C \left\{ S + \frac{F}{A} \right\} S$ anzudeuten scheint.

Vauquelin's *Melanit*. (Afh. i Physik och Kemi, IV. 158.)

Kiesel-erde	34,0	hält Sauerstoff	17,10
Kalk-erde	33,0	- - -	9,26
Thon-erde	6,4	- - -	2,98
Eisenoxyd	25,5	- - -	7,81
Verlust	1,1		
<hr/>			
	100,0		

Hier ist aller Grund zu der Formel $CS + \frac{F}{A} \left\{ S \right.$, oder besser $C \left\{ S + \frac{F}{A} \right\} S$; es wäre aber nöthig, aus dem Verfahren beurtheilen zu können, ob alle Kiesel-erde, welche Thon-erde und Eisen mit sich reißen, von diesen abgeschieden wurde.

Granat von *Dannmora*. (Afh. etc. II. 188.)

Kieselerde	34,04	hält Sauerstoff	17,12
Thonerde	18,07	- - -	8,44
Kalkerde	16,56	- - -	4,65
Eisenoxydul	9,00	- - -	2,04
Manganoxydul	21,90	- - -	4,80
Talkerde	0,56		

100,13

Diese Analyse kann eine Formel geben, die sich

$$\text{nähert} = \frac{C}{mn} \} S + \frac{F}{A} \} S.$$

Buchholz's Granat. (Afh. etc. III. 329.)

Kieselerde	34,50	hält Sauerstoff	17,37
Kalkerde	30,75	- - -	8,63
Manganoxydul	3,26	- - -	0,71
Eisenoxyd	25,00	- - -	7,66
Thonerde	2,00	- - -	0,93
Kohlensäure u. Wasser	4,25		

99,76

Aus diesem folgt die Formel: $\frac{C}{mn} \} S + \frac{F}{A} \} S$, zu welcher eine kleine Einmischung von kohlenfaurem Kalk hinzu kommt, die durch die Gegenwart der Kohlensäure angedeutet wird und den Ueberschuß von Kalkerde erklärt.

Rothhoffit von *Langbanshytta*. (Afhandl. etc. III. p. 329.)

Kohlensäure	2,00		
Kieselerde	35,00	hält Sauerstoff	17,3
Eisenoxyd	26,00	- - -	8,0
Kalkerde	24,70	- - -	6,3
Manganoxydul	8,01	- - -	1,9
Thonerde	0,20		
Natron	1,24		
Verlust	2,25		

100,00

Da bei der Analyse bemerkt ist, daß sich das Mineral ohne Entwicklung von Chlor in Salzsäure auflöse, so zeigt dies den niederen Oxydations-Grad des Mangans an und darnach habe ich auch dasselbe berechnet. Dieser Granat, der nahe mit dem gelben von demselben Fundorte verwandt zu seyn scheint, giebt auch dieselbe Formel: $\left. \begin{smallmatrix} C \\ mn \end{smallmatrix} \right\} S + FS.$

Granat von *Lindbo*.

(untersucht von Hrn. Hisinger. K. Vet. Ac. Handl. 1821.)

giebt die Formel $\left. \begin{smallmatrix} C \\ mn \\ f \end{smallmatrix} \right\} S + FS.$

Granat von *Sahla*

Zwei Varietäten, analysirt von Hrn. Bredberg (K. Vet. Ac. Handl. 1822. 1. St. p. 83.) geben die Formel

$$\left. \begin{smallmatrix} C \\ M \end{smallmatrix} \right\} S + \left. \begin{smallmatrix} A \\ F \end{smallmatrix} \right\} S.$$

Der Granaten von Fahlun wurde schon zu Anfange dieser Abhandlung erwähnt.

Unter den Analysen, die mit der äußersten Sorgfalt angestellt wurden, kommen jedoch zwei vor, die eine starke Abweichung von dem Verhältniße zeigen, das man in Folge der hier aufgestellten Ansichten annehmen könnte, als hinweisend auf ein allgemeines Princip für die chemische Construction der Granaten. Die Versuche, welche Hr. Arrhenius und d'Ohfson mit dem Granat von *Broddbo* und *Finbo* anstellten, gaben für den ersten die Formel: $fS^2 + 2mnS + 2AS$ und für letzteren: $fS^2 + mnS + 2AS$. Diese Zusammensetzungen scheinen sich nicht mit dem vereinigen zu wollen, was die Analysen der von mir untersuchten Granaten zu erkennen gaben. Bevor man es aber deshalb auf-

giebt, eine für das ganze Granatgeschlecht geltende einfache Zusammenstellungsformel aufzufuchen, wie sie sich aus einem Theil der Analysen ergibt, möge es mir verstattet seyn, einige Bemerkungen zu machen.

Die Granaten haben im Allgemeinen eine ausgezeichnete Neigung, in ihre chemische Construction fremde Verbindungen aufzunehmen. Oft kann man auf den Flächen der ausgezeichnetsten Krykalle matte Farben unterscheiden, die eine solche Einmischung verrathen. Bisweilen sind diese Einmischungen durch ihre große Quantität sichtbar, wie bei dem so eben beschriebenen Granat von *Klemetsaune* und mehreren anderen, welche ich in Sammlungen fand. Eine solche mechanische Einmischung hindert aber die Krykallisation nicht; im Gegentheil könnte man nach mehreren Analogien schließen, daß diese dadurch befördert werde. Anders möchte die Folge seyn, wenn der Granat die eingemengten Stoffe chemisch mit sich vereinigt hätte. Der Granat von *Broddbo* ist bis jetzt noch nicht krykallisirt gefunden. Er zeigt keine Durchgänge, sondern einen rein körnigen Bruch; allein in Ablösungen scheinen die Ränder ein Streben zur Krykallisation anzudeuten. Sollte man nicht annehmen dürfen, daß die Ausbildung derselben, durch eine fremde, mit den Granaten chemisch verbundene Einmischung, verhindert wurde. Einen ähnlichen Ueberschuß — wie man schicklicher Weise sagen kann — findet man bei dem, mit den Granaten so nahe verwandten *Kaneelstein* oder *Essönit*, der wie die beiden angeführten Granat-Arten, denselben körnigen Bruch besitzt, verbunden mit demselben Strich in

den Ablösungen, obgleich mehr bestimmt und größere Neigung zur regelmäßigen Gestalt zeigend.

Wendet man diese Bemerkungen auf den Granat von *Broddbo* an, dessen Analyse die Formel: $fS^2 + 2mnS + 2AS$ gab, so zeigt es sich, daß, wenn man den Ueberschuß oder die der chemischen Verbindung fremde Einmischung als $mnS^2 + fS^2$ annimmt, alsdann die Formel der Granaten $\left. \begin{matrix} mn \\ f \end{matrix} \right\} S + AS$ seyn wird. Wollte man den Ueberschuß als aus Eisenbifilicat bestehend ansehen, so ist die Formel einfach $= mn'S + AS$, welcher man aber dennoch die erstere vorziehen muß, da wir bis jetzt noch keinen Granat ohne Eisen gefunden haben, obgleich sehr gut ein Mineral denkbar wäre, in welchem die Stelle des Eisenoxyduls völlig durch eine andere mit diesem Oxyde isomorphe Base eingenommen würde.

Was ich hier über den Granaten von *Broddbo* aufserte, gilt jedoch nicht für den von *Finbo*. Dieser gab: $fS^2 + mnS + 2AS$, in welchem daher das Eisenoxydul in dem ersten Gliede als Bifilicat vorhanden ist. Er ist jedoch öfterer und deutlicherer mit fremden Materien vermenget als der von *Broddbo*, und zeigt bisweilen eine krySTALLINISCHE Fläche, auf sichtbar stark gemengten Massen.

Die Beispiele, welche ich in dieser Abhandlung von der Zusammensetzung der Granaten angeführt habe, scheinen den Beweis zu liefern, daß diese ein Doppel-Silicat mit Basen von gleichem Sättigungsgrade bilden; daß in dem einen Silicat die Thonerde oder das mit diesem isomorphe Eisenoxyd enthalten ist, beide als Verbindungen mit 3 Atomen Sauerstoff

angehörend, und daß man in dem zweiten, die isomorphen Basen, Eisenoxydul, Manganoxydul, Talk- und Kalkerde, (deren Sauerstoffgehalt zu 2 Atomen angenommen wurde) sich einander ersetzen, so daß die Basen des einen Silicates eben so viel Sauerstoff enthalten, als die Basen des anderen und folglich halb so viel als der elektro-negative Bestandtheil, die Kieselerde.

Bezeichnet man, um die chemische Construction durch eine Formel auszudrücken, mit R das brennbare Radikal der Base, so würde man für die Granaten den allgemeinen Ausdruck haben:



In wiefern diese Schlufsfolge auf das ganze Geschlecht eine richtige Anwendung finden mag, muß weiteren Untersuchungen zur Entscheidung überlassen bleiben.

II.

Bemerkungen zu der Schrift:

Versuche und Beobachtungen über die Geschwindigkeit und Quantität verdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen von verschiedener Construction und durch Röhren ausströmt. Von F. K. L. Koch, Eisenhüttengehülfsen zur Königshütte am Harz. Nebst 5 Tabellen und 2 Steindrucktafeln. Göttingen bei C. Ed. Rosenbusch. 1824.

von

Dr. G. G. SCHMIDT, Prof. d. Math. u. Phys. zu Gießen.

Herr Koch hat in der angeführten Schrift, welche aus dem ersten Bande der Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde besonders abgedruckt ist, höchst interessante Beobachtungen mitgetheilt, die er über das Ausströmen verdichteter atmosphärischer Luft aus Oeffnungen von verschiedener Construction und gegebener GröÙe mit einem sehr ins GroÙe ausgeführten Apparat angestellt hat. Da diese Versuche im Grunde den meinigen nachgebildet wurden, welche im 66. Bande S. 39 u. ff. der Gilbertschen Annalen beschrieben sind, und Hr. Koch aus seinen Versuchen Resultate gezogen hat, von welchen er glaubt, sie widersprächen dem von mir aufgestellten Gesetz über das Ausströmen der Gasarten; so wird es den Lesern dieser Zeitschrift wohl nicht unangenehm seyn, Hrns. Kochs Versuche hier be-

schrieben, seine daraus gezogenen Folgerungen mit den aus meinen Versuchen abgeleiteten verglichen und kritisch gewürdigt zu finden.

Hrn. Kochs Apparat bestand aus einem Cylinder von Guseisen, ungefähr 80 Cubikfuß haltend, in welchen die Luft durch den Druck einer Wasser säule verdichtet ward, welche aus einem nebenstehenden hölzernen Gefäß, durch eine unten zwischen beiden Gefäßen angebrachte Verbindungs röhre, die mit einem Hahne versehen war, herwirkte. Der eiserne Cylinder war unten mit einem ebenen eisernen Dekkel und oben mit einem flachen Gewölbe geschlossen; seitwärts unter dem Gewölbe befand sich ein Hahn, in welchem die verschiedenen Oeffnungen und Röhren eingesetzt werden konnten, durch welche man die Luft ausströmen lassen wollte. Der Wasserbehälter stand zur Seite auf einem Gestelle etwas höher, als das Luftgefäß, und daher mußte die Verbindungs röhre ein rechtwinkliches Kniee erhalten. Die Wasserstände im Behälter wurden an einer mit demselben in Verbindung stehenden gläsernen Röhre gemessen und hieraus in Verbindung mit der bekannten Höhe des Behälters über dem Luftgefäß, konnte die Wasser säule bestimmt werden, welche die Luft in dem eisernen Cylinder zusammendrückte.

Die Art, wie die Beobachtungen angestellt wurden, war im Ganzen genommen, folgende: Nachdem der Wasserbehälter bis zu einer bestimmten Höhe angefüllt war, wurde der mit der Ausströmungsöffnung versehene Lufthahn verschlossen, dagegen der Hahn der Verbindungs röhre geöffnet, worauf das Wasser aus dem Behälter, durch die Verbindungs röhre, die

Luft in dem Luftgefäße zusammenpresst und dann nach einigen Schwankungen zur Ruhe kommt. Jetzt ward der Stand des Wassers und somit die Druckhöhe genau gemessen, darauf der Lufthahn geöffnet und die Schläge eines Chronometers gezählt. Nach Verlauf einer gewissen Anzahl derselben (gewöhnlich 200) wurde der Lufthahn wieder geschlossen, und der neue Wasserstand nach eingetretener Ruhe wieder beobachtet. Die Beobachtungen wurden so oft wiederholt, bis endlich der Wasserspiegel im Behälter mit dem im Luftgefäße in einer wagrechten Ebene lag und natürlich ein weiteres Ausströmen der Luft nicht mehr Statt finden konnte. Aus der beobachteten Senkung des Wasserspiegels im Behälter und dem bekannten Verhältnisse der Querschnitte des cylindrischen Wasserbehälters und des cylindrischen Luftgefäßes $= B^2 : A^2$ konnte das Ansteigen des Wasserspiegels in dem Luftgefäße abgeleitet und durch Summierung beider Größen die Aenderung der Druckhöhe für eine gegebene Zeit bestimmt werden. Diese zusammengehörigen Aenderungen von Zeit und Druckhöhe waren es, auf welche Hr. Koch vorzüglich sein Augenmerk richtete, indem er nicht ohne Grund bemerkt, das letzte Moment des Ausströmens (wie ich dies ebenfalls gefunden hatte) sey schwer zu beobachten. Doch konnte durch die Summierung der einzelnen Unterschiede der Zeit und Druckhöhe, auf die gesammte zusammengehörige Druckhöhe und Zeit theils nach der Beobachtung, theils nach der Berechnung geschlossen werden. Bei jedem Versuch wurde auch der Barometer- und Thermometerstand aufgezeich-

net, im Grunde aber weiter kein Gebrauch von denselben gemacht.

Auf die eben beschriebene Weise wurden mehrere Versuche über das Ausströmen der verdichteten Luft angestellt, und zwar 1) durch Oeffnungen in dünnen Platten, 2) durch kurze cylindrische Ansatzröhren, 3) durch kurze konische Röhren, 4) durch längere oder cylindrische Röhren, die nach und nach verkürzt wurden.

Jetzt wollen wir zuerst die Resultate erwähnen, welche die Versuche über das Ausströmen der Luft durch Oeffnungen in dünnen Platten gaben. Von den kreisförmigen Oeffnungen besafs

No. 1. 2,96 Linien Durchmesser, also 0,00033185
Quadr. Fufs im Querschnitt;

No. 2. 6,153 Linien Durchmesser, 0,0014339 Q. F.
Querschnitt.

Ferner betrug der Querschnitt des Luftgefäßes
 $A^2 = 19,634980$ Q. Fufs; der des Wasserbehälters
 $B^2 = 11,98196$ Q. Fufs Kalenberger Maafs.

Nachdem nun mehrere Beobachtungen angestellt waren, versuchte Hr. Koch eine Gleichung zwischen den zusammengehörigen Druckhöhen und Ausströmungszeiten zu finden. Diefes wollte durch Rechnung nicht so gut gelingen als durch geometrische Construction. Letztere zeigte, dafs man die Zeiten durch die Ordinaten einer Hyperbel darstellen könne, zu welchen die Druckhöhen als Abscissen gehören; beide vom Scheitel aus gerechnet. Hierdurch ergab sich die Gleichung

$$t = f \sqrt{(a+s) s} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wo t die Zeiten und s die Druckhöhen bezeichnen; f und a aber zwei beständige Gröſsen, deren Werthe nun aufzufinden sind. Hr. Koch fand theils durch Combination der Versuche, theils durch glückliches Probiren für $a = 28$ Fufs, wenn man die Druckhöhe s durch eine Wasserſäule in Fufsenausdrückt. Nun war es leicht für jeden einzelnen Versuch die Gröſſe f zu bestimmen, und da die einzelnen Werthe nicht sehr verschieden ausfielen, so wurde f als wirklich constant angesehen und dafür der sich aus den einzelnen Versuchen ergebende Mittelwerth genommen. So fand sich für die Oeffnung

No. 1. $a = 28$; $f = 72,5873$

No. 2. $a = 28$; $f = 16,6053$

Jetzt konnten für verschiedene Werthe s und s' der Druckhöhe, die zugehörigen Werthe der Zeiten t und t' , also auch die Zeitunterschiede $t - t'$ berechnet und mit den beobachteten Zeitunterschieden verglichen werden. Es fand in der Regel eine Uebereinstimmung bis auf einzelne Chronometerschläge statt.

(Doch muß der Wahrheit gemäß bemerkt werden, daß die berechneten Zeitunterschiede nicht mit den mittleren Werthen von f , sondern mit dem jeder Reihe von Versuchen besonders angepaßten Werthen von f gefunden worden sind). War nun die Gleichung zwischen *Druckhöhe* und *Zeit* bestimmt, so konnte aus derselben leicht eine zweite zwischen der *Druckhöhe* und *Geschwindigkeit* abgeleitet werden.

Aus der Aenderung der Druckhöhe ds , findet sich die Aenderung des Wasserstandes im Luftgefäße

$$= \frac{B^2}{B^2 + A^2} \cdot ds$$

wofür man Cds schreibe, und dann hat man

$$A^2 \cdot Cds = v n^2 dt$$

worin v die Geschwindigkeit und n^2 den Querschnitt der Oeffnung bezeichnen; daraus ist

$$v = \frac{A^2 C}{n^2} \cdot \frac{ds}{dt}$$

und setzt man darin aus der Gleichung (1)

$$\frac{ds}{dt} = \frac{2\sqrt{(a+s)s}}{f(a+2s)}$$

so ergibt sich:

$$v = \frac{2A^2 C}{n^2 f} \cdot \frac{\sqrt{(a+s)s}}{a+2s}$$

Da nun der Natur der Sache gemäß, f im verkehrten Verhältnisse zu n^2 stehen muß, so ist $n^2 f$ eine beständige Gröfse, und so findet sich nach ausgeführter Rechnung

$$v = 750 \frac{\sqrt{(28+s)s}}{28+2s}$$

als Gleichung für die Geschwindigkeit der aus Oeffnungen in dünnen Platten strömenden verdichteten Luft.

Zu den Versuchen über das Ausströmen der verdichteten Luft durch kurze cylindrische Ansatzröhren, wurden folgende in Metall gebohrte cylindrische Röhren gebraucht.

No. 1. 2,974 Linien Durchmesser und 1 Zoll lang

No. 2. 4,655 - - - - - 1 - - -

Zu den Versuchen über das Ausströmen durch conische Oeffnungen, folgende conische Röhren:

No. 1.	12,05 lang ;	Durchmesser	3,015 . . 3,1054
No. 2.	18,65 - ; - -		2,72 . . . 4,66
No. 3.	18,65 - ; - -		2,63 . . . 6,37
No. 4.	35,50 - ; - -		2,725 . . . 6,42
No. 5.	6,50 - ; - -		2,725 . . . 6,3

Der Winkel, welchen die Seiten der conischen Mundstücke mit der Axe des Kegels machten, variirte hiebei von 12' bis zu 15°. Die Versuche über das Ausströmen der verdichteten Luft durch die kurze Ansatzröhre wurden ganz auf die schon beschriebene Weise angestellt und so das Resultat gefunden: daß für kurze Ansatzröhren die Gleichung $t = f\sqrt{(a+s)s}$ beibehalten werden kann und eben so der Werth des beständigen Faktors a ; daß aber der Werth von f sich mit der GröÙe und Gestalt der Ausströmungsröhre verändert. Sucht man aus der Gleichung für t die Gleichung für v , so erhält man im Mittel aus den Versuchen, bei kurzen cylindrischen Ansatzröhren

$$v = 930 \sqrt{\frac{(28+s)s}{28+2s}}$$

Bei kurzen conischen Röhren, die enge Oeffnung nach außen, gekehrt

$$v = 1084 \sqrt{\frac{(28+s)s}{28+2s}}$$

Der Einfluß, welchen die Gestalt der Oeffnung auf die Geschwindigkeit des Ausströmens der Gase ausübt, steht also nach Hrn. Kochs Versuchen, für Oeff-

nungen in dünnen Platten, für kurze cylindrische und conische Oeffnungen, in dem Verhältnisse

$$750 : 930 : 1084$$

Meine Versuche gaben im Mittel für diese Verhältnisse

$$52 : 63 : 70 \quad \text{oder} \quad 750 : 909 : 1010.$$

Hier ist also eine Uebereinstimmung, wie man sie kaum bei Versuchen der Art erwarten kann, besonders wenn man bedenkt, daß die GröÙe meines Apparates selten Oeffnungen über eine halbe Linie im Durchmesser zulieÙ. Wie verhält es sich aber mit dem absoluten Werth von v ? Hr. Koch glaubt durch seine Versuche das von mir aufgestellte Gesetz, über das Ausströmen der Gasarten, welches er von vornher aus theoretischen Gründen für unstatthaft erklärt, widerlegt zu haben. Wir werden aber sogleich sehen, daß Hrn. Kochs theoretische Einwürfe nichts sagen wollen, und daß seine Versuche einen besonderen Fall des von mir aufgestellten allgemeinen Gesetzes vollkommen bestätigen. Mein Gesetz wird durch die Formel dargestellt:

$$v = A \cdot 2 \sqrt{\frac{gx}{\delta}}$$

worin A einen Coëfficienten bezeichnet, welcher den Einfluß der Oeffnung und den Widerstand des Mittels einschließt; x, δ veränderliche Spannkraft und Dichte des ausströmenden Gases und g Fallraum in einer Sekunde bezeichnen. Die Gründe, welche mich zur Annahme dieser Form des Ausdrucks für die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases bewogen, habe ich in dem angeführten Aufsatz angegeben und will

sie hier nicht wiederholen. Aber von Hrn. Kochs theoretischen Einwürfen gegen das, (in sofern bloß von verdichteter atmosphärischer Luft, die durch ihre eigene Spannkraft in den leeren Raum entweicht) eigentlich schon von Bernoulli aufgestellte Gesetz, der Geschwindigkeit der ausströmenden Luft, muß ich nothwendig reden. Hr. Koch behauptet, man verwechsle hiebei auf eine unsatthafte Weise, elastische Flüssigkeiten mit unelastischen Flüssigkeiten, und das Gesetz führe auf den Widerspruch: daß die Luft bei jeder Verdichtung mit gleicher Geschwindigkeit in den leeren Raum ströme. Wie bekannt stellt man sich vor, die Spannkraft der ausströmenden Luft, welche hier die bewegende Kraft ist, werde hervorgebracht durch den Druck oder das Gewicht einer Luftsäule von gleichförmiger und gleicher Dichte mit der ausströmenden Luft, und berechnet nun die zur Höhe dieser Luftsäule, als Druckhöhe betrachtet, zugehörige Geschwindigkeit. Allerdings liegt dieser Vorstellung eine Art Fiction zum Grunde, aber gewiß eine sehr erlaubte! Bei Erzeugung einer Bewegung ist es ganz einerlei, durch welche Ursache die bewegende Kraft hervorgebracht wird, wenn diese nur immer von einerlei Größe bleibt. In dem bis auf die kleine Oeffnung überall verschlossenen Gefäße, kann die Spannkraft der Luft nicht anders als eine drückende Kraft wirken und die Luft nicht anders als ein flüssiger Körper durch die Oeffnung entweichen. Daß der Luftstrahl, wenn er einmal zur Oeffnung hinaus ist, nun vermöge seiner Elasticität andern Gesetzen folgen müsse, als der Wasserstrahl, wird wohl kein Mensch läugnen; aber davon ist hier die Rede nicht. Man

könnte einwenden, daß das Wasser, welches aus einem Gefäße strömt, zwar seine Druckhöhe ändert, nicht aber seine Dichte, hingegen bei der ausströmenden Luft sich mit der Spannkraft auch die Dichte ändert. Sehr richtig! aber dieser Unterschied zwischen elastischen und unelastischen Flüssigkeiten, welche durch Oeffnungen ausströmen, wird auch durch die angegebene Berechnungsart berücksichtigt, indem sie fordert, man solle für jeden Moment des Ausströmens die der Luft zukommende Dichte und Spannkraft der zu berechnenden Druckhöhe zum Grunde legen. Wenn also Hr. Koch behaupten will, es gehe hier eine Verwechslung der Begriffe von elastischen und unelastischen Flüssigkeiten vor, so können wir dies nicht zugeben. Allerdings ist es sehr wahr, daß wenn Druckhöhe und Spannkraft bei der ausströmenden Luft sich in gleichem Verhältnisse ändern, also der Quotient $\frac{x}{\delta}$ eine beständige GröÙe bleibt, die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft auch unveränderlich bleiben müsse. Ist dies aber nicht den allgemeinen Bewegungsgesetzen völlig entsprechend? Wer läugnet, daß die 100 mal größere Kraft in der 100 mal größern oder dichteren Masse dieselbe Geschwindigkeit erzeuge, als die einfache Kraft in der einfachen Masse? Quecksilber fließt unter gleicher Druckhöhe mit derselben Geschwindigkeit aus wie Wasser, obgleich der absolute Druck auf die Oeffnung bei dem Quecksilber 13,6 mal größer ist, als bei dem Wasser.

Doch wir kommen nun auf die Beantwortung der weit wichtigeren Frage: sind durch Hrn. Koch's Versuche und die aus ihnen gezogenen Formeln, über-

haupt die Gesetze widerlegt worden, welche für die Berechnung der Geschwindigkeit ausströmender verdichteter Luft aufgestellt habe?

Wir gehen bei Untersuchung dieser Frage wieder von unserer Formel $v = A \sqrt{\frac{2x}{\rho}}$ aus. Bei Anwendung dieser Formel sind offenbar zwei Fälle zu unterscheiden: 1) die veränderliche Dichte der ausströmenden Luft, schwebt zwischen so engen Grenzen, daß man sie für unveränderlich annehmen kann, oder 2) dies ist nicht der Fall. Wir wollen jetzt den ersten Fall voraussetzen und die Zeit suchen, welche erforderlich ist, damit eine bestimmte Menge verdichteter Luft, durch eine Oeffnung von gegebener GröÙe entweicht. Dabei wollen wir eine solche Einrichtung des Apparates voraussetzen, wie sie bei Hrn Koch's und den meisten von mir angestellten Versuchen Statt fand, d. h. bei welcher die Menge des ausströmenden Gases durch den Querschnitt des Condensationsgefäßes und durch die Geschwindigkeit des in demselben ansteigenden Wasserspiegels bedingt ist. Nennt man also den Querschnitt des Gefäßes $= q^2$; den Querschnitt der Oeffnung n^2 ; das Element der Zeit $= dt$; die dazu gehörige Geschwindigkeit des Wasserspiegels $= dz$ und die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft $= v$, so müssen wir von der Differentialgleichung

$$v n^2 dt = q^2 dz$$

ausgehen. Nun ist die Aenderung der Druckhöhe dz zu der Aenderung dt durch das beständige Verhältniß der Querschnitte des cylindrischen Wasserbehäl-

tere zum cylindrischen Luftgefäße gegeben und sey hier mit

$$- m dx = dz$$

bezeichnet, weil x abnimmt, wenn z wächst.

Setzen wir nun in die obige Differenzialgleichung für v und dz ihre Werthe, so erhalten wir

$$n^2 A 2 \sqrt{\frac{\delta x}{g}} \cdot dt = - m q^2 dx$$

oder

$$dt = - \frac{m q^2}{2 n^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x}}$$

Integrirt man diese Gleichung und betrachtet δ als beständig, so erhält man:

$$t = - \frac{m q^2}{2 n^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot 2 \sqrt{x} + C$$

oder wenn man die Zeit t von $x = s$ bis $x = 0$ sucht

$$t = \frac{m q^2}{n^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot \sqrt{s}$$

Bezeichnet nun s die Höhe einer Wasserfäule, in Fußsen ausgedrückt, und setzt man die zum Druck der Atmosphäre gehörige Wasserfäule = 32 Fuß, die dazu gehörige Dichte der atmosphärischen Luft = d , so erhält man

$$\delta = \left(\frac{32 + s}{32} \right) d$$

und dieser Werth in die obige Gleichung geschrieben, giebt

$$t = \frac{m q^2}{n^2 A} \sqrt{\frac{d}{32 g}} \cdot \sqrt{(32 + s) s}$$

Schreibt man für den beständigen Faktor kurzweg f und für 32 = a , so hätte man genau Hrn. Koch's Gleichung

$$t = f \sqrt{(a + s) s}$$

Hr. Koch hätte also von meiner Theorie ausgehend im Voraus bestimmen können, daß in dem Fall, wo man δ als beständig betrachten darf, die Gleichung zwischen s und t hyperbolisch ausfallen müsse. Daß er es nicht gethan hat, sondern etwas andres suchte und nicht fand, ist gerade die schönste Bestätigung meines Gesetzes. Warum hat aber Hr. Koch, indem er von der durch Construction gefundenen Form der Gleichung ausging, und nun den mittleren Werth der beständigen GröÙe α durch Anpassen und Probiren mit den Versuchen herleitet, für diesen nicht 32, sondern 28 gefunden? Darauf läßt sich folgendermaßen antworten. Es ist, wenn man auch δ als eine beständige GröÙe betrachten will, der Wahrheit mehr gemäß, für δ nicht den größten, sondern den mittleren Werth, d. h.

$$\left(\frac{32 + \frac{1}{2}s}{32} \right) s$$

zu schreiben, und dann erhält die Gleichung die Form

$$t = s \sqrt{(32 + \frac{1}{2}s) s}$$

die freilich nicht mehr genau zu der Hyperbel paßt. Es ist aber, wenn s nahe $= \delta$ wäre, offenbar einerlei, ob man $\sqrt{28 + s}$ oder $\sqrt{32 + \frac{1}{2}s}$ schreibt. Da nun Hr. Koch einmal von der hyperbolischen Form der Gleichung ausging, und ferner seine größten Druckhöhen nicht viel von 8 Fuß verschieden waren, indem sie nur zwischen 6 und 7 Fuß betrugen, so ist es gar kein Wunder, daß sich durchs Probiren, für α der mittlere Werth von 28 ergeben hat. So hätten wir also die Formel des Hrn. Koch mit der unsrigen für einen gewissen Fall in völlige Uebereinstimmung gebracht. Welcher von beiden die größere Allgemeingültigkeit

zukomme, braucht nach dem bisher Gesagten kaum weiter erörtert zu werden. Die Voraussetzung von der Beständigkeit des Faktors δ findet bei der durch Oeffnungen strömenden verdichteten Luft nur innerhalb gewisser Grenzen Statt, bei grossen Verdichtungen aber nicht mehr. Ich habe daher absichtlich meine Formel auch bei starken Verdichtungen mit Hülfe des Condensationsgebläses und bei andern Gasarten als atmosphärische Luft geprüft und sie *richtig* befunden. Wollte man die Koch'sche Formel für die Geschwindigkeit

$$v = G \sqrt{\frac{(28 + s)s}{28 + s}}$$

auf andere Gasarten als die atmosphärische Luft anwenden, und dabei denselben Werth des Coëfficienten $G = 750$ oder 930 oder 1084 anwenden, je nachdem die Oeffnungen beschaffen sind, so würde man grosse Fehler begehen. Man müßte für jedes Gas den Werth des Coëfficienten G durch besondere Versuche bestimmen. Meine Formel drückt dies kurz und allgemein so aus: Die Geschwindigkeiten der Ausströmungen bei verschiedenen Gasarten, verhalten sich verkehrt wie die Quadratwurzel, aus den Dichten der Gasarten, alles Uebrige gleichgesetzt. In der angeführten Stelle der Gilbert'schen Annalen, habe ich die Gleichung für die Zeit entwickelt, in der ein verdichtetes Gas mittelst seiner eignen Spannkraft durch eine enge Oeffnung aus einem Gefässe entweicht *). Hier

*) Zum Vergleich mit dem Resultat der folgenden Betrachtung setze ich diese Formel hieher; sie ist:

$$t = \frac{q^2 a}{2 g^2} \sqrt{\frac{d}{g b}} \log \text{nat} \left\{ \frac{\frac{1}{2} b + H + \sqrt{H(b+H)}}{\frac{1}{2} b + h + \sqrt{h(b+h)}} \right\}$$

*) In der Bezeichnung: t die Ausströmungszeit; b und h die Spann-

will ich noch den Fall betrachten, wenn das Entweichen des Gases durch den Druck einer Wasserfäule und das Ansteigen des Wasserspiegels im Condensationsgefäß bedingt ist. Dies bildet den andern Fall der oben betrachteten Aufgabe, bei dem wir δ veränderlich setzen. Gehen wir wieder von der Gleichung

$$dt = - \frac{mq^2}{2n^2 A} \sqrt{\frac{\delta}{g}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x}}$$

aus; erwägen, daß δ selbst eine Function von x ist, welche sich durch die Gleichung

$$\delta = \left(\frac{b+x}{b} \right) d$$

darstellen läßt; worin d die Dichte des Gases unter dem Druck der Atmosphäre $= b$ bezeichnet, und nehmen an, daß auf die Dichte des Gases weiter keine Ursachen Einfluß haben als Druck und Spannung, so haben wir die Gleichung zu integrieren:

$$dt = - \frac{mq^2}{2n^2 A} \cdot \sqrt{\frac{d}{gb}} \cdot \sqrt{\frac{(b+x)}{x}} \cdot dx$$

Schreibt man nun x statt $\sqrt{\frac{b+x}{x}}$, so verwandelt sich der veränderliche Theil des Differential $\sqrt{\frac{b+x}{x}} \cdot dx$ nach gehöriger Rechnung in

$$- \frac{2bx^2 dx}{(x^2-1)^2}$$

zerstreuet man darauf die gebrochene Function und integrirt, so erhält man:

$$- \frac{b}{x^2-1} \cdot \frac{1}{2} b \cdot \log \text{nat} \left(\frac{x+1}{x-1} \right) + c$$

und wenn man hierin wieder rückwärts x in $\frac{b+x}{b}$ aus

kraft und Dichte der äußeren Luft; $b+H$; $b+h$ die Spannkraft der eingeschlossenen Luft zu Anfang und zu Ende des Versuches; $q^2 a$ den körperlichen Inhalt des prismatischen oder cylindrischen Luftbehälters; σ^2 den Querschnitt der Ausströmungsöffnung und g den Fallraum in der ersten Sekunde, als Maass der Schwerkraft. (P.)

drückt, und das Integral mit den vorhin weggelassenen beständigen Factor multipliziert, so erhält man für die Zeit

$$t = \frac{-mq^2}{2\pi^2 A} \sqrt{\frac{d}{gb}} \left[-x + \frac{1}{2} b \log \text{nat} \left(\frac{\sqrt{b+x} + \sqrt{x}}{\sqrt{b+x} - \sqrt{x}} \right) \right] + C$$

Sucht man nun die Zeit t von $x = h$ bis $x = 0$, so erhält man endlich

$$t = \frac{mq^2}{2\pi^2 A} \sqrt{\frac{d}{gb}} \left[-h + \frac{1}{2} b \log \text{nat} \left(\frac{\sqrt{b+h} + \sqrt{h}}{\sqrt{b+h} - \sqrt{h}} \right) \right]$$

als den scharfen Ausdruck für die Zeit des Ausströmens bei veränderlicher Spannung und Dichte der Luft.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu Hrn. Kochs Schrift zurück und sehen, was wir seinen eigenen Untersuchungen weiter zu danken haben. Hr. Koch stellt auch Versuche über den Einfluß an, welchen längere Röhren auf die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft äußern. Er bediente sich hierzu zweier Röhren von Messing, von denen No. 1. einen Durchmesser von 4,“19 hatte und 33“ 6“ lang war; No. 2, aber 3,“1 im Durchmesser und 27“ 1“ Länge hatte. Diese Röhren wurden an den Hahn des Luftgefäßes befestigt; die Luft mittelst bekannter Druckhöhen zum Ausströmen gebracht und, wie früher erwähnt worden, die zugehörigen Zeiten beobachtet. Mit jeder Röhre wurde eine Reihe von Versuchen angestellt und die Röhre nach und nach bis auf ein kurzes Ansatzröhrchen weggeschnitten. Indem nun Hr. Koch die beobachteten Zeiten und Geschwindigkeiten nach seinen bereits gefundenen Formeln zu berechnen suchte, so fand er, daß in der Gleichung:

$$v = G \sqrt{\frac{(a+e)}{a+2f}}$$

das G und a mit der Länge und dem Durchmesser der Röhrenleitung variire. So findet er z. B. folgende zusammengehörige Werthe

für die Röhre No. 1.

Länge	33" 6'''	$G = 825,5$	$a = 59$
27. 1		$= 827,6$	$= 54$
21. 1		$= 858,3$	$= 49$
15. 1		$= 867,0$	$= 44$
9. 1		$= 877,9$	$= 36$
6. 1		$= 896,6$	$= 33$
3. 1		$= 892,3$	$= 29$
2.		$= 903,6$	$= 28$

für die Röhre No. 2.

Länge	27" 1'''	$G = 798$	$a = 61$
21. 1		$= 822,3$	$= 56$
15. 1		$= 847,5$	$= 48$
9. 1		$= 865,6$	$= 40$
6. 1		$= 891,5$	$= 36$
3. 1		$= 919,7$	$= 31$
2.		$= 925,8$	$= 29$
1. 6		$= 927$	$= 28$

Nun versucht Hr. Koch aus den gewonnenen Resultaten für G und a und Länge und Durchmesser der Röhrenleitung Gleichungen aufzufinden. Für den Coëfficienten a giebt es folgende Formel;

$$a = \sqrt{355,88 \frac{l}{d} + 606,06}$$

für G zwei Formeln, von denen wir nur die zweite mittheilen wollen

$$G = 930. e^{(a-d)}$$

l und d bezeichnen Länge und Durchmesser der Röhre, jene in Zollen, diese in Linien ausgedrückt; e selbst ist aber eine mit dem Durchmesser der Röhre veränderliche GröÙe, für die Hr. Koch folgende zusammengehörige Werthe mittheilt:

d	e	d	e
0,0000	0,00000	6,00	0,99860
3,1	0,99399	∞	1,00000
4,19	0,99714		

Wir müssen es hier dahin gestellt seyn lassen, ob es Hrn. Koch durch seine ziemlich weitläufig zu berechnenden Formeln besser geglückt sey, als uns, die Geschwindigkeit der durch Röhrenleitung von gegebener Länge und Durchmesser strömenden Luft, unter bestimmter Druckhöhe aufzufinden. Uebrigens gelten gegen diese Formeln alle die Einwendungen, welche wir bereits oben gegen die Grundformel gemacht haben, aus welcher sie abgeleitet sind.

Unserer Ueberzeugung nach sind weder Hrn. Kochs, noch unsere früher über diesen Gegenstand angestellten Versuche hinreichend, um ein allgemeines Gesetz über den Widerstand der Röhrenleitung zu begründen. Die Versuche müssen mehr verändert und besonders mit längeren Röhrenleitungen wiederholt werden. Der Widerstand der Röhrenleitung ist wohl nicht bloß Funktion von der Länge und dem Durchmesser der Röhre, sondern auch von der Geschwindigkeit und Dichte, mit der das Gas in die Röhre eintritt, also von der Druckhöhe oder Spannkraft des verdichteten Gases. Hiervon kann man sich durch folgende Betrachtung überzeugen.

Man denke sich eine sehr lange Röhre mit einem Gefäße voll stark verdichteter Luft verbunden, beide aber durch einen Hahn oder Ventil oben verschlossen, welches wie bei einer Windbüchse nur auf einen Augenblick geöffnet werde. Die Luft tritt mit einer bestimmten Geschwindigkeit in die Röhre, wird aber fortfahren, vermöge ihrer Spannkraft sich auszudehnen und mit einer abnehmend beschleunigenden Kraft auf sich selbst zu wirken. Nun kommt es nicht bloß auf die Länge und den Durchmesser der Röhre, son-

den auch auf die ursprüngliche Dichte und Spannkraft der eingesperrten Luft an, wie lange jene beschleunigende Kraft in der Röhre dauern könne.

Wir dürfen nicht vergessen, zu erwähnen, daß Hrn. Koch's Versuche ein besonders für Blaswerke praktisch richtiges Resultat geliefert haben, nämlich folgendes: wenn man zwischen ein konisches oder cylindrisches Mundstück und das Condensationsgefäß ein cylindrisches Mittelstück bringt, dessen Durchmesser wenigstens dem weiteren Durchmesser des konischen Mundstücks gleichkommt und dessen Länge den Durchmesser nicht mehr als 120 Mal übertrifft, so wird dadurch die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases nur unbedeutend (im Verhältnisse 1084 : 1040) vermindert.

Hr. Koch hat uns endlich noch einige sehr interessante Beobachtungen über den Seitendruck der durch konische Oeffnungen strömenden verdichteten Luft geliefert. In dieser Absicht brachte er in der Mitte des mit No. 4. bezeichneten konischen Mundstückes einen Condensationsmesser mit Quecksilber gefüllt an, und beobachtete während des Ausströmens den Stand derselben. Die beobachteten Quecksilberstände, in Höhen einer Wasser säule ausgedrückt = σ gaben mit der zugleich beobachteten eigentlichen Druckhöhe am Condensationsgefäß s verglichen, folgende zusammengehörige Werthe:

s	σ	s	σ
6,49684 . . .	5,712 Fuß.	2,06032 . . .	1,790 Fuß.
5,26 . . .	4,625	1,35585 . . .	1,196
4,11504 . . .	3,600	0,72965 . . .	0,637
3,07231 . . .	2,698	0,28795 . . .	0,248

Hr. Koch zeigt, daß, wenn man aus der Gleichung

$$s = \varphi (\alpha + \sigma) \sigma$$

σ berechnet, indem man $\alpha = 26,2$ und $\varphi = 64,1436$ setzt, die berechneten mit den beobachteten Werthen von σ gut übereinstimmen. Nun verbindet Hr. Koch die Gleichung

$$s = f (\alpha + \sigma) s = \varphi (\alpha + \sigma) \sigma$$

und sucht daraus s , für welches sich ergibt:

$$s = \sqrt{\frac{\varphi^2}{\pi} (\alpha \sigma + \sigma^2) + \frac{1}{4} \sigma^2} - \frac{1}{2} \sigma$$

wo denn: $\frac{\varphi^2}{\pi} = 1,22855$; $\alpha = 28$; $\alpha = 26,2$

geschrieben werden muß, um s aus den beobachteten σ zu berechnen. Allerdings wäre, wie der Hr. Verfasser bemerkt, es sehr wünschenswerth, daß mehrere Versuche über den Seitendruck der durch lange Röhren strömenden Gasarten angestellt würden, um daraus allgemeine Gesetze zu entwickeln. Wir sind überzeugt, daß es eine solche Länge der Röhre geben könne, daß am Ende aller Seitendruck verschwindet, obgleich das Gas noch mit einer bestimmten Geschwindigkeit zur Röhre hinausströmt. Es ist diese unserer oben geäußerten Ansicht gemäß, diejenige Länge der Röhre, worin endlich alle beschleunigende Kraft aufhört und das Gas zur Dichte der atmosphärischen Luft herab gekommen ist. Den Beschluß von Hrn. Koch's interessanter Schrift, machen mehrere nach seiner Formel berechneten Tafeln, in welchen für die gegebenen s oder σ die zugehörigen Geschwindigkeiten und Mengen der durch konische oder cylindrische Blaseröhren ausströmenden verdichteten Luft berechnet worden sind. Diese Tafeln sind besonders für den Techniker höchst schätzbar und liefern ihm gewiß recht brauchbare Resultate zur Bestimmung der Luftmengen die Gebläse geben, bei denen die Druckhöhen bis zu 8 Fuß ansteigen. So wie nun gewiß jeder Techniker es Hrn. Koch Dank wissen wird, sich einer so nützlichen und mühevollen Arbeit unterzogen zu haben, eben so sind wir ihm zum Dank verpflichtet, daß er unsere früheren Versuche seiner besondern Aufmerksamkeit gewürdigt und durch seine im Großen angestellten Erfahrungen bestätigt und für die Praxis bewährt hat.

III.

Ueber das gleichförmige Ausströmen der atmosphärischen Luft und des Steinkohlengases durch Röhrenleitungen;

VON

Herrn P. S. GILARD. *)

Hr. Faraday hat 1817 in dem Journ. of Science etc. eine Reihe von Versuchen über das Ausströmen verschiedener Gasarten durch Haarröhrchen von Glas bekannt gemacht, bei welchen er die verschiedenen Gase in einem kupfernen Reservoir bis zum vierfachen Druck der Atmosphäre verdichtet, sie darauf durch ein 508 Millimeter langes Thermometerrohr ausströmen läßt, und die Zeit bemerkt, in welcher der innere Druck bis auf $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre herabgesunken ist. So fand er z. B., daß wenn die Ausströmungszeit für die atmosphärische Luft 128 Sekunden betrug; für das Kohlenläuregas 156", 5 und für das Kohlenwasser-

*) Nach d. Annal. de Ch. et Ph. XVI. 129. Dieser mit der vorbergehenden Abhandlung des Hrn. Prof. Schmidt in so naher Beziehung stehende Aufsatz, wird hier gewiß eine schickliche Stelle finden, da die Versuche in demselben in einem Maassstabe angestellt wurden, über den nicht leicht ein Jeder zu gebieten hat. Daß er einige Jahre alt ist, wird sein Interesse nicht verringern. Hrn. Faraday's Versuche glaube ich hier übergehen zu können, da, wie man sieht, sie nicht mit allen erforderlichen Angaben versehen waren. P.

Stoffgas (Steinkohlengas) 100" erforderlich waren und daraus schließt er, daß die Ausströmungszeiten der verschiedenen Gasarten mit deren Dichten wachsen. Auch kommt er sowohl durch diese Versuche als durch andere, in welchen er den Widerstand gemessen, den die Schaufeln eines kleinen Rades bei Bewegung in verschiedenen Gasarten erleiden, zu dem Schluß, daß die relativen Beweglichkeiten dieser Gasarten im umgekehrten Verhältnisse ihrer spezifischen Gewichte stehen; fügt aber hinzu, daß diese Verhältnisse nur dann bemerkbar ist, wenn die Gasarten mittelst eines sehr geringen Druckes durch enge Röhren getrieben werden,

In einer späteren Abhandlung (Journ. of Science III.) theilt er Versuche mit, die ihn zu den Schluß führten, daß die spezifische Schwere des Gases keinen beständigen Einfluß auf die Erscheinungen des Strömens derselben durch Röhren haben; so daß unter demselben Druck 7 Kub. Zoll. Kohlenoxydgas in 4,6 Minuten ausfloss, während ein gleiches Volumen vom ölbildenden Gase, dessen spez. Gewicht fast das nämliche ist, 3,3 Minuten, und ein gleiches Volumen Sauerstoffgas, 5,45 Minuten gebraucht.

Mit welcher Aufmerksamkeit man auch die Versuche prüfen möge, so ist es doch unmöglich aus ihnen irgend eine Folgerung hinsichtlich des Gesetzes des Ausströmens abzuleiten, weil Hr. Faraday weder die Weite noch die Länge der gebrauchten Röhren, noch den Druck angiebt, unter welchen er die Gase ausströmen ließ. Dessen ungeachtet boten diese Versuche so merkwürdige Thatfachen dar, daß es wohl der Mühe werth war, sie mit Berücksichtigung aller übergange-

nen Umstände zu wiederholen, besonders hinsichtlich der Temperatur, welche auf das Ausströmen der Gase mehr oder weniger einen ähnlichen Einfluß haben kann, wie auf das Ausströmen tropfbarer Flüssigkeiten durch Haarröhrchen.

Neue Versuche über die Linearbewegung verschiedener Gase dienen endlich auch dazu, die gegenseitige Cohäsion ihrer Theilchen und die Kraft zu bestimmen, mit welcher diese Wesen zufolge ihrer verschiedenen Natur, den Röhren anhaften, in denen sie sich bewegen.

In Erwartung, daß die Untersuchungen der Physiker sich auf diesen interessanten Gegenstand lenken werden, glaubte ich eine Gelegenheit benutzen zu müssen, welche sich mir zu einigen Versuchen über den Ausfluß der atmosphärischen Luft und des Kohlenwasserstoffgases durch Röhren von ziemlichem Durchmesser und sehr beträchtlicher Länge darbietet.

Nur durch solche Versuche kann man auf die Principien geführt werden, nach welchen das zur Erleuchtung einer Stadt bestimmte Gas am Vortheilhaftesten zu vertheilen ist; und eben dieses unmittelbaren Nutzens wegen, wird man allein schon veranlaßt sie zu unternehmen.

Der auf Befehl des Präfecten des Seine-Departements zur Erleuchtung des Saint-Louis Hospitals errichtete Steinkohlengas-Apparat, bot uns zu diesen Versuchen alle erwünschte Gelegenheit dar und ward mit vieler Zuvoorkommenheit zu unserer Benützung freigestellt. Hr. Cagniard-de-Latour eines der Mitglieder der mit der Direktion dieser Einrichtung beauftragten Commission und seit lange vortheil-

haft bekannt, durch seine der Akademie überreichten Arbeiten, fand sich bereit, diesen Versuchen mit beizuwohnen, und so haben wir sie gemeinschaftlich unternommen; die Resultate dieser seit den Maymonat angestellten Versuche sind es, von welchen ich hier Rechenschaft ablege.

Das Gas, welches in der Anstalt des Saint-Louis Hospitals aus der Steinkohle gezogen wird, geht nachdem es gewaschen ist, unter einen Gasometer, dessen Querschnitt 9,4968 Quadratmeter enthält und erleidet daselbst einen Druck, der den der Atmosphäre um die Höhe einer Wasserläule von $0,^m03583$ übertrifft, wie es ein in den obern Theil der Glocke eingelassenes Manometer anzeigt.

Vermöge dieses Druckes geht das Gas aus dem Reservoir durch eine horizontal und 70 Centimeter unterhalb des Bodens liegende Röhrenleitung, welche 3 Zoll oder 81 Millimeter im Durchmesser besitzt und in einer Länge von 623 Meter die Haupttheile des St. Louis Hospitals außerlich umgiebt.

Wenn man nach Ladung des Gasometers die Verbindung mit der Retorte abschließt und die andere mit dem Leitungrohr öffnet, so beginnt augenblicklich das Ausströmen des Gases und zwar bleibt der Druck, unter welchem dieses fortfährt, nahe constant, weil mittelst einer abgeseigten Kette der Gewichtverlust möglichst kompensirt wird, welchen der Gasometer in dem Maße erleidet, als er sich in das Wasser der Wanne senkt.

Der Gang des Gasometers wird während seines Fallens oder Steigens durch den Index einer graduir-

ten Skale gemessen, welche an einer der Maaren des Gebäudes verzeichnet ist.

Das Rohr, welches zur Vertheilung des Gases dienet, kann an verschiedenen Stellen seiner Länge geöffnet werden, um dieses entweichen zu lassen, und dadurch war man im Stande mittelst der nämlichen Leitung, folgeweise Röhren von gleichem Durchmesser aber verschiedener Länge darzustellen.

Nachdem der Apparat so eingerichtet und alle nöthigen Anordnungen getroffen waren, wurden nach und nach die folgenden Versuche gemacht, deren Resultate hier kürzlich zusammengestellt sind.

Diameter der Röhrenleitung (3 Zoll) : : 0, m 08121

Höhe der Wasserfäule im Manometer (15 Lin.) 0,03383

Querschnitt des Gasometers : : 9,4968

No. des Versuchs	Temperatur	Länge der Röhre	Senkung des Gasometers in einer Sekunde
1	16° C.	128, m 80	0, m 1281
2		375,80	0,07103
3		622,80	0,05414
4	16°	128,80	0,09023
5		375,80	0,05414
6		622,80	0,03947

Diameter der Röhrenleitung	0, ^m 01579
Höhe der Wasserfäule im Manometer	0,03383
Querschnitt des Gasometers	0,3631

No. des Versuchs	Temperatur	Länge der Röhre	Senkung des Gasometers in einer Sekunde
7	15° C.	36, ^m 91	0, ^m 09585
8		55,91	0,08459
9		88,06	0,06541
10		111,24	0,05526
11	19°	37,53	0,09474
12		56,84	0,08121
13		85,06	0,06767
14		109,04	0,05414
15		126,58	0,05075
16		6,58	0,23800
17	19°	37,53	0,12858
18		56,84	0,10828
19		85,06	0,09587
20		109,04	0,07444
21		126,58	0,06940

Diese Resultate sind meistens die mittleren aus mehreren Versuchsreihen. Die drei ersten Versuche sind mit *Steinkohlengase* angestellt, und man sieht aus ihnen, daß die Röhrenlängen sich wie 1288 : 3758 : 6228 verhielten; die ausgeströmten Gasquantas aber wie 1281 : 710 : 541. Bei übrigen gleichen Umständen vermindern sich letztere also in dem Maße, als die Röhren länger werden, und dies kann offenbar nur dadurch veranlaßt seyn, daß das Gas bei seiner Bewegung einen auf die ganze Ausdehnung

der inneren Röhrenwand vertheilten Widerstand erleidet, ähnlich dem, welcher, wie bekannt, bei der Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten Statt findet. Das Sinken des Gasometers geschah übrigens gleichförmig, wovon man sich durch drei aufeinanderfolgende Versuche überzeugte.

Die Versuche 4, 5, 6 sind mit atmosphärischer Luft angestellt. Die Röhrenlängen stehen bei denselben in den früheren Verhältnissen 1288 : 3758 : 6228; hingegen verhalten sich die ausgeströmten Gasquanta wie 902 : 541 : 394, so daß sie zwar wie bei dem Steinkohlengase in einem umgekehrten Verhältnisse zur Länge der Röhren stehen, aber viel geringer sind als bei jenem. Man sieht überdies, daß die ausgeströmten Quanta des Steinkohlengases und der Luft nicht im (umgekehrten, einfachen) Verhältnisse zu den spezifischen Gewichten stehen.

Bezeichnet man nämlich das spezifische Gewicht der Luft mit 1000, so ist bekanntlich das des Steinkohlengases 555, ersteres also fast doppelt so groß wie letzteres. Die Produkte der Ausströmung stehen hingegen im Verhältnisse 135 : 90 ; 71 : 57 und 54 : 37, also in einem viel geringeren.

Zu den übrigen Versuchen wurden Gewehrläufe angewendet, aus denen die Schraubenmutter ausgebohrt war. Ihr Durchmesser betrug 7 Linien, und man hatte über eine so große Menge derselben zu gebieten, daß man aus ihnen eine Röhre von 127 Meter zusammensetzen konnte. Auch der hiebei angewandte Gasometer war viel kleiner, indem der Radius seiner Basis nur 34 Centimeter betrug. Seine Füllung ward

so regulirt, daß das in demselben befindliche Gas stets einen Druck erlitt, der dem der Atmosphäre um eine Wassersäule von 0,^m03383 überstieg.

Die Versuche 7 bis inclusive 16 sind mit atmosphärischer Luft angestellt, und sie zeigen, daß wenn die Röhrenlängen sich wie 6,58 : 37 : 56 : 88 : 111 : 127 verhalten, die ausgeströmten Luftmengen im Verhältnisse 238 : 95 : 84 : 65 : 55 : 50 stehen.

Hierauf ward der Gasometer wieder mit Steinkohlengas gefüllt und mit diesem die Versuche 18, 19, 20, 21 gemacht. Das Verhältniß der Röhrenlängen ist 37 : 57 : 85 : 109 : 127 und das des ausgeströmten Gases 128 : 108 : 95 : 74 : 69, woraus man abermals sieht, daß das Ausströmen des Steinkohlengases auch bei Röhrenleitung von einem kleineren Durchmesser schneller vor sich geht, als das der atmosphärischen Luft, und dieses zwar in einem größeren Verhältnisse, als dem, worin ihre spezifischen Gewichte stehen.

Zum Schluß dieser Versuche über den Einfluß der Röhrenlängen auf die ausströmenden Gasquanten, bohrten wir in der Decke des Gasometers, welche aus Kupferblech von ungefähr 2 Millimeter Dicke besteht, ein Loch von gleichem Durchmesser mit dem Lauf der Gewehre, aus welchen die frühere Leitung zusammengesetzt war; füllten den Gasometer abwechselnd mit Luft und Steinkohlengas und ließen beide mittelst des Druckes einer Wassersäule von 0,^m03383 ausströmen.

So fand sich bei der atmosphärischen Luft, nachdem das Loch geöffnet und das Sinken des Gasometers gleichförmig geworden war, was in sehr kurzer Zeit

geschah, für letzteres $0,^{m}5414$ in einer Sekunde. Bei der 127 Meter langen Röhre von gleichem Durchmesser mit dem Loch, betrug das Sinken in gleicher Zeit 50 Millimeter, d. h. ungefähr 11 mal weniger.

Als das Gasometer mit Steinkohlengas gefüllt war, sank es um $0,^{m}7308$ in einer Minute, also ebenfalls beinahe 11 mal schneller, wie bei der 127 Meter langen Röhrenleitung, bei der das Sinken nur 69,4 Millimeter betrug.

Wir finden überdies bei dem Ausströmen der Gase aus Oeffnungen in dünnen Platten abermals bestätigt, was unsere Versuche über das Ausströmen durch lange Röhrenleitungen schon gezeigt hatten, nämlich, daß das ausgeströmte Quantum des Steinkohlengases in einem viel größeren Verhältnisse zu dem der atmosphärischen Luft steht, als das der umgekehrten spezifischen Gewichte.

Nach dieser Darlegung unserer Versuche, wollen wir sie einer näheren Prüfung unterwerfen und die zu ihrer Erklärung nöthige Theorie auffuchen.

Es ist zuvor klar, daß weil die Mengen der ausgeströmten Luft sich mit der Länge der Röhrenleitung vermindern, diese Verminderung von dem Widerstand herrührt, den das Gas bei seiner Bewegung gegen die innere Wand dieser Röhren erleidet, sey es nun, daß dieser Widerstand durch die Adhäsion des Gases an diese Wand, oder durch die Unebenheiten dieser letzteren erzeugt wird, oder endlich durch beide Ursachen zugleich.

Es ist zweitens klar, daß weil dieser Widerstand, welchen Ursprungs er auch seyn mag, sich auf die ganze

in Bewegung befindliche Masse ausdehnt, die concentrischen Schichten des Gases durch eine gewisse Kraft aneinander hangen, und daraus folgt, daß jede beliebige Schicht durch die, nach Seite der Wand hin, anstoßende Schicht in ihrer Bewegung gehemmt und durch die nach Seite der Röhrenaxe anliegende Schicht, in ihrer Bewegung beschleunigt wird.

Da man nun beweist, daß der Ausdruck dieser gegenseitigen Adhärenz der flüssigen Schichten aus der Summe der retardirenden Kräfte, durch welche diese Schichten animirt sind, verschwindet, und daß in dem End-Ausdruck nur derjenige Widerstand stehen bleibt, der an den Wänden der Röhre Statt findet, so folgt daraus, daß der letztere, an den Wänden Statt habende Widerstand, der einzige ist, welchen man zu bestimmen hat.

Es ist drittens klar, daß, da während des Ausströmens der Gase das Gasometer gleichförmig niedersank, die Gase auch mit gleichförmiger Bewegung ausströmten und sie die Röhren unabhängig von der größeren oder geringeren Elastizität, mit welcher sie begabt waren, durchflossen.

Diese Erscheinungen bei Bewegung der Gase sind nun genau dieselben, welche bei der Linearbewegung unelastischer (tropfbarer) Flüssigkeiten Statt finden, und dadurch wird der Schluß erlaubt, daß auch dieselben Formeln zur Berechnung der Bewegung der einen oder der andern anwendbar sind.

Es ist noch zu bemerken, daß wenn die Bewegung unelastischer Flüssigkeiten in horizontalen oder verschiedentlich geneigten Röhrenleitungen, aufhört linear zu bleiben, sobald diese Leitungen einen ge-

wissen Durchmesser erreichen, dieß nur dadurch entsteht, daß die oberen Schichten der in Bewegung befindlichen flüssigen Masse durch ihr Gewicht den Druck vermehren, welchen die unteren erleiden, und dieß den Worth ihrer accelerirenden Kraft verändert, welche man in der Formel für die Linearbewegung angenommen hat. Wenn aber das spezifische Gewicht irgend eines, in einer Röhre von endlichem Durchmesser, in Bewegung befindlichen Gases klein genug ist, damit die unteren Schichten dieses Gases, von Seiten der oberen Schichten nur einen unmerklichen Druck erleiden, so bleiben beide von der nämlichen accelerirenden Kraft angetrieben und die Formeln der Linearbewegung, welche aufhören anwendbar zu seyn, wenn tropfbare Flüssigkeiten sich in Röhren von beträchtlicher Weite bewegen, finden eine strenge Anwendbarkeit bei Gasen von einem geringen spezifischen Gewichte, wie groß auch übrigens der Durchmesser der Röhren seyn mag, in welchen sie sich bewegen.

Dieses angenommen, haben wir nun die accelerirenden und retardirenden Kräfte aufzusuchen, deren Momente sich gegenseitig heben, wenn das Ausströmen der Gase gleichförmig geworden ist.

Der Druck, welchen das Gas bei seinem Eintritt in die Röhrenleitung erleidet, ist gleich dem der Atmosphäre, vermehrt um den einer Wasserfäule, welche im Manometer gehalten wird. Der Druck, welchen das Gas beim Austreten aus der Röhre erleidet, ist hingegen nur dem der Atmosphäre gleich.

Die Differenz der beiden Drücke, d. h. das Gewicht der im Manometer gehaltenen Wasserfäule ist

also offenbar die einzige accelerirende Kraft, welche die Bewegung des Gases erzeugt.

Verwandelt man nun diese Wassersäule in eine Säule einer unelastischen Flüssigkeit von gleichem Gewicht, und einem dem in Bewegung befindlichen Gase gleichem spezifischen Gewicht, so ist es klar, daß man hiedurch, ohne den auf das Gas ausgeübten Druck verändert zu haben, das System auf den Fall zurück führt, wo das in der Röhre sich bewegende Fluidum, die vertikale Belastung einer gewissen Höhe des nämlichen Fluidums erleidet, und dies ist genau der Fall, den die Formeln für die Linearbewegung unelastischer Flüssigkeiten ausdrücken.

Nennt man also h die Höhe des Wassers, p sein spezifisches Gewicht, p' das des luftförmigen Stoffes, welches sich in der Röhre bewegt, so hat man für die Höhe der flüssigen Säule von gleicher Dichte mit dem Gase, und gleichem Gewicht mit der Wassersäule des Manometers, den Ausdruck:

$$\frac{hp}{p'}$$

Nennt man g die Schwere und l die Länge der Röhre, so ist die accelerirende Kraft, welche das Gas in der Röhre antreibt, wie bekannt:

$$\frac{ghp}{p'l}$$

Endlich, wenn D den Durchmesser der Röhre und π das Verhältniß des Kreisumfangs zum Durchmesser bezeichnet, das Moment der accelerirenden Kraft des in der Röhre befindlichen Gases:

$$\frac{ghp}{p'l} \times \frac{\pi D^2 l}{4}$$

Was das Moment der retardirenden Kraft betrifft,

so ist, wie man weiß, $\pi D l (au + bu^2)$ sein allgemeiner Ausdruck, in welchem u die gleichförmige Bewegung des Fluidums und a und b zwei durch Versuche zu bestimmende constante Größen bezeichnen.

So hat man also:

$$\frac{g D p}{4 p' l} = au + bu^2$$

eine Gleichung, aus welcher man mittelst unserer Beobachtungen, die Werthe von a und b abzuleiten hat. Die GröÙe a bezeichnet die Adhäsion des Gases an der innern Wand der Röhre oder, wenn diese Wand fähig ist, von dem Gase benetzt zu werden, die Adhäsion der Gaschichten unter sich; b hingegen ist eine numerische GröÙe, welche von der Anzahl und Anordnung der Unebenheiten abhängt, mit denen die innere Wand der Röhre bedeckt ist.

Wenn man diese Formel auf die in der Zusammenstellung aufgeführten Versuchsergebnisse anwendet, so findet man für die Coëfficienten a und b sehr von einander abweichende Werthe, sowohl wenn man die über das Ausströmen des Steinkohlengases angestellten Versuche, unter sich combinirt, als auch, wenn man die mit der atmosphärischen Luft zusammen faßt, und daraus folgt, daß die allgemeine Formel

$$\frac{g D h p}{4 p' l} = au + bu^2$$

die Erscheinungen des gleichförmigen Ausfließens der Gase nicht darstellen kann.

Wendet man aber auf dieselben Beobachtungen die einfachere Formel:

$$\frac{g D h p}{4 p' l} = bu^2$$

an, in welcher das Moment der retardirenden Kraft durch ein einziges, dem Quadrate der Geschwindigkeit proportionales Glied ausgedrückt wird, so leitet man aus den mit Steinkohlengas angestellten Versuchen No. 1, 2, 3 für b drei Werthe ab, die nicht merklich von einander unterschieden sind und im Mittel $= 0,00228$ geben; aus den Versuchen No. 3, 4, 5, welche mit atmosphärischer Luft in denselben Röhren angestellt wurden, ergeben sich für b drei fast identische Werthe, deren Mittel $= 0,002247$.

Dieselbe Formel auf die Versuche angewandt, welche mit den aneinander gefügten Gewehrläufen über das Ausströmen angestellt wurden, gaben beim Steinkohlengase im Mittel für $b = 0,00326$; und bei der atmosphärischen Luft den Mittelwerth $b = 0,00323$.

Mithin finden wir zwischen den Coëfficienten der zweiten Potenz der Geschwindigkeit des Steinkohlengases und der atmosphärischen Luft, wenn sich beide gleichförmig in Röhren von $0,^m016$ Durchmesser bewegen, die Identität, welche wir schon bei Bewegung dieser Gasarten in Röhren von $0,^m081$ Durchmesser bemerkt haben; jedoch mit dem merkwürdigen Umstand, daß die Coëfficienten, welche für die nämlichen Röhren die nämlichen sind, verschiedene Werthe für verschiedene Röhren erhalten.

So ist z. B. der Coëfficient b für die große Röhrenleitung nahe gleich $= 0,^m00223$, während er für die kleinere, durch die Zahl $= 0,^m00325$ dargestellt wird.

Diese Differenz rührt, wie leicht zu sehen ist, von mehreren Ursachen her. Die erste liegt in dem mehr oder weniger vollkommenen Grad der Politur

der innern Fläche der Röhre, durch welche das Ausfließen geschah.

Nun war die große gusseiserne Leitung, welche das St. Louis Hospital umgiebt, schon seit zwei Jahren eingerichtet und täglich zur Fortleitung des Gases gebraucht; sie war innerlich mit einem harzigen Ueberzug bedeckt, welche alle kleinen Vertiefungen der Oberfläche und die Unebenheiten der Verbindungsstellen ausfüllte. Die Gase bewegten sich also auf einer Fläche von ziemlich hohem Grade von Politur und erlitten möglicher Weise auf derselben gar keine Adhärenz,

Dies fand nicht bei der kleineren Leitung statt. Die Gewehrläufe, aus welchen sie zusammengesetzt ward, hatte man noch nicht zur Vertheilung des Gases benutzt und waren deshalb mit einer Schicht von Eisenoxyd bedeckt, die eine mehr oder weniger rauhe Oberfläche darbot, an welcher die Gase mehr oder minder stark adhären mußten. Ueberdies ließen die Enden der Läufe, denen man die Schraubenmutter ausgebohrt hatte, um sie an einander fügen zu können, nach ihrer Verbindung, einen kleinen Theil der Schraubengänge bloß, und dadurch ward an den Vereinigungen eine ringförmige Schwelle gebildet, gegen welche das Gas eine Reibung ausüben mußte; dieser Widerstand vermehrte sich mit der Zahl der Gewehrläufe, aus welchen die Leitung zusammengesetzt ward; der aus den Versuchen mit der kleineren Röhrenleitung abgeleitete Werth von b mußte also nothwendig vergrößert erscheinen.

Die erste Ursache der Differenz dieses Werthes mit dem, welcher sich aus den Versuchen mit der

Leitung von größerem Durchmesser ergab, konnte leicht aus der einfachen Ansicht der angewandten Apparate begriffen werden; aber eine zweite Ursache dieser Ungleichheit, obgleich von viel größerem Erfolg, erfordert mehr Aufmerksamkeit, weil sie aus der Theorie dieser Gattung von Linearbewegung selbst geschöpft werden muß.

Um nämlich aus der allgemeinen Formel für die Bewegung:

$$\frac{gDhp}{4lp'au} = b$$

den Werth von b abzuleiten, haben wir die mittlere Geschwindigkeit der Ausströmung genommen; es ist aber nicht diese mittlere Geschwindigkeit, deren Quadrat mit den Coëfficienten von b multipliziert werden muß, sondern vielmehr jene Geschwindigkeit, welche unmittelbar an der innern Wand der Röhre selbst statt findet. Da nun die Geschwindigkeit der mit der Röhre in Berührung stehenden Schicht nothwendig geringer seyn muß, als die mittlere der ganzen Masse, so folgt daraus, was wir auch schon anderswo gezeigt haben, daß allemal, wenn die Röhre nicht sehr enge ist, der aus der mittleren Geschwindigkeit abgeleitete Werth von b nothwendig zu schwach seyn muß.

Man sieht überdies, daß, jemehr sich der Diameter der Röhrenleitung vermindert, desto geringer auch der Unterschied seyn wird, zwischen der mittleren Geschwindigkeit aller concentrischen Schichten und der Geschwindigkeit der unmittelbar mit der Röhre im Contact befindlichen Schicht.

Nimmt man dieses an, so ist klar, daß für eine Leitung von einer gegebenen Substanz und von einem gewissen Grade von gleichförmiger Politur derselbe Druck auf den Anfang der Leitung, d. h. dieselbe accelerirende Kraft, der mit der Röhrenwand in Berührung stehenden Schicht, stets die nämliche Geschwindigkeit ertheilen muß, wie groß auch übrigens der Durchmesser dieser Leitung seyn mag, weil diese Gaschicht, welche als Hülle der übrigen dient, Kräften unterworfen ist, die von dem Durchmesser nicht abhängen.

Nach welchem Gesetz nun ferner auch die Geschwindigkeit der concentrischen Schichten von der Röhrenwand zum Mittelpunkt hin anwachsen mag, so kann man dennoch immer die mittlere Geschwindigkeit der ganzen, in Bewegung befindlichen Masse, gleich betrachten der Seitengeschwindigkeit, vermehrt um eine gewisse GröÙe, die Funktion des Röhrendurchmessers ist und die, weil sie sich mit diesem vermehrt, im Allgemeinen durch eine Reihe ausgedrückt werden kann, aus Gliedern zusammengesetzt, die den folgeweisen Potenzen dieses Diameters proportional sind. Nennt man nun v diese constante Seitengeschwindigkeit, welche unter denselben Druck auf einer Fläche von gegebener Natur statt findet und u die mittlere Geschwindigkeit, so hat man stets

$$u = v + mD + nD^2 + oD^3 + pD^4 + \dots$$

und folglich geht unsere allgemeine Formel in die nachstehende über:

$$4 \frac{g D h p}{(v + mD + nD^2 + oD^3 + \dots)^2} = b$$

welche zeigt, daß der aus den Versuchen nach der

beobachteten mittleren Geschwindigkeit berechnete Coëfficient um so geringer ausfällt, als der Diameter der Röhre größer ist; wie denn auch wir für denselben 0,00223 fanden, bei Röhren von 0,0081 Durchmesser und 0,00323 bei Röhren von 0,016 Durchmesser.

Die Resultate der so eben dargelegten Versuche sind demnach folgende:

1) Das Steinkohlengas und die atmosphärische Luft, auf denselben Zustand der Compression gebracht, bewegen sich nach denselben Gesetzen, und erleiden in denselben Röhren genau denselben Widerstand und dieses unabhängig von ihrem spezifischen Gewichte.

2) Der Widerstand, welchen die gasförmigen Flüssigkeiten bei ihrer Bewegung in Röhrenleitung erfahren, ist genau proportional den Quadraten ihrer mittleren Geschwindigkeiten.

3) Zuzufolge dieses Gesetzes und das der linearen Bewegung, stehen die Quanta der aus einer Leitung von gegebener gleichförmiger Weite ausströmenden Luft, stets im geraden Verhältnisse zu dem im Reservoir angezeigten Druck, welcher das Ausströmen unterhält, und im umgekehrten Verhältnisse zu den Quadratwurzeln der Länge der Röhren, in welchen das Ausströmen vor sich geht.

IV.

*Ueber eine Vervollkommnung der Saussure'schen
Haarhygrometers;*

von

Hrn. BABINET, Prof. am Coll. royal de Saint Louis. *)

Um bei Metallstäben die geringen durch Wärme erzeugten Verlängerungen oder bei Drähten und Cylindern von kleinem Durchmesser die Dicke zu messen, hat man sich ehedem des ungleicharmigen Hebels bedient, bei welchem die Ortsveränderungen des einen Endes eine sehr große Bewegung in dem andern Ende erzeugen mußte; man hat aber späterhin bemerkt, daß diese Vorrichtung zu Irrthümern Anlaß giebt, und ist deshalb darauf zurück gekommen, kleine Verlängerungen unmittelbar mit dem Nonius und der Mikrometer-Schraube zu messen. **)

Eine ähnliche Verbesserung hat Hr. Babinet am Saussure'schen Hygrometer angebracht. Bekanntlich werden an diesem bei der gewöhnlichen Einrichtung die Verlängerungen des Haares durch eine Nadel an-

*) Nach dem in den *Annal. d. Ch. et Pb.* T. XXVI. p. 367 enthaltenen Berichte des Hrn. Fresnel.

**) Obgleich man zu andern Zwecken, in dem Fühlhebel, noch immerfort eine sehr glückliche Anwendung des ersten Principes macht, und dadurch eine fast unglaubliche Genauigkeit erreicht. P.

gezeigt, die an einer Rolle befestigt ist, um welche sich das Haar schlingt. Die beiden Arme des Hebels stehen hier in dem Verhältniß des Radius der Rolle zur Länge der Nadel, und die Kraft, welche das Haar anspannt, ist ein an seinem unteren Ende befindliches Gewicht. Diese Vorrichtung hat jedoch den Nachtheil, daß durch kleine mögliche Veränderungen des Rotationsmittelpunktes (in sofern die Drehungsaxe nicht genau cylindrisch ist oder sie gegen die Rolle excentrisch steht *P.*) und durch die Biegung des Haares, von welchem der um die Rolle gewickelte Theil nicht genau dieselbe Länge behält, wenn die Rolle sich dreht, Fehler entstehen können. (Eben so ist es nöthig, daß, wie bei der Neigungsnadel der Schwerpunkt der ganzen hebelartigen Verrichtung auf der mathematischen Achse des kleinen Cylinders liege, um welche sich jene dreht, damit das Gewicht mit unveränderter Kraft wirken könne. *P.*) Auch steht zu fürchten, daß die Reibungen dieses kleinen Mechanismus die Empfindlichkeit des Instrumentes verringern, so daß es nicht augenblicklich den geringen hygrometrischen Veränderungen des Haares folge, weshalb man auch oft genöthigt war, ihm durch kleine Erschütterungen zu Hülfe zu kommen.

Bei der von Hrn. Babinet gewählten Anordnung sind diese Unannehmlichkeiten völlig gehoben: das Gewicht hängt frei an dem Haare und man mißt die Verlängerungen desselben unmittelbar mit einem Mikroskope, welches man auf das in dem Gewichte eingegrabene Merkzeichen stellt. Das Haar ist mit seinem oberen Ende an einem Metallstück befestigt, welches durch eine Mikrometerschraube gehoben und

gefenkt werden kann, bis das Merkzeichen auf dem Gewichte genau mit dem Faden des Mikroskopes zusammen fällt; alsdann befindet sich das untere Ende des Haares wiederum genau in seiner ursprünglichen Lage, und seine Verlängerung oder Verkürzung ist durch die Gröfse gegeben, um welche man sein oberes Ende heben oder senken mußte; eine Gröfse, welche die Mikrometerschraube mindestens auf ein Hunderthteil eines Millimeters (d. i. fast auf 0,004 par. Linien) misst. Wenn demnach die totale Verlängerung des Haares 5 bis 6 Millimeter (2,2 par. Linien) beträgt, wie in dem Hygrometer des Hrn. Babinet, worin das Haar eine Länge von 0,25 Meter (9,25) besitzt, so kann man noch bis auf $\frac{1}{100}$ der hygrometrischen Skala messen, d. h. bis auf $\frac{1}{4}$ eines gewöhnlichen Grades.

Um die beiden festen Punkte zu bestimmen, verschliesst man den oberen vertikalen Theil des Instrumentes, welcher das Haar enthält, durch einen darüber geschobenen Glascylinder und bringt in das Gefäß, welches der hohle Fuß des Hygrometers einschliesst, abwechselnd Wasser und concentrirte Schwefelsäure. Für beide Fälle stellt man das Merkzeichen auf den Faden des Mikroskopes und zeichnet den Stand der Mikrometerschraube auf. Die Differenz oder die totale Gröfse, um welche die Schraube fortgeschritten ist, giebt die Ausdehnung der hygrometrischen Skala, welche man darauf in 100 Theile theilt, um die Länge eines einzelnen Grades zu haben.

Wenn das Hygrometer mit dem Glascylinder umgeben ist, so kann es auch an jeden passenden Apparat angeschraubt werden, dessen Feuchtigkeit

im Innern man bestimmen will. Soll es aber wie gewöhnlich dazu dienen, die Veränderung der Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft zu messen, so befreit man es im Gegentheil von seiner Hülle.

Hr. Babinet hat in demselben Instrumente 3 Haare neben einander aufgehängt, welche oben, sämmtlich an dem durch die Mikrometerschraube beweglichen Metallstück befestigt sind, aber, jedes für sich, durch besondere Gewichte angespannt werden. Dadurch hat man im Grunde 3 Hygrometer, die sich wechselseitig controliren. Ihre Angaben zeigen unter sich nur Differenzen, von einem halben Grad; eine Uebereinstimmung, die weit grösser ist, als bei den gewöhnlichen Hygrometern.

Man kann in diesem Apparate jede hygroskopische Substanz in Fäden oder dünnen Stäbchen anwenden, gleichviel, ob biegsam oder nicht und mittelst desselben sehr bequem die Ausdehnungen messen, welche sie durch die Feuchtigkeit erleiden. Hr. Babinet hat zur Zeit nur den Coconfaden untersucht, dessen Verlängerungen zwar ungefähr nur halb so viel betragen, als die des Haares, aber dafür den Vorzug haben, daß sie sich bei den verschiedenen Graden der Sättigung diesen fast proportional verhalten; auch erleidet der Coconfaden viel rascher den Einfluß des Hygrometrischen Zustandes der Luft und wird weniger durch die Aenderungen der Temperatur ergriffen.

Die nachstehende Zeichnung *) wird die nähere Einrichtung des Instrumentes verfinnlichen. Der

*) entlehnt nebst der Beschreibung aus dem Journ. de Pharm. Avr. 1824.

hohle Fuß, welcher zur Aufnahme des Gefäßes bestimmt ist, trägt den messingenen Cylinder *a*, in welchem große weite Oeffnungen eingeschnitten sind, damit die Luft zu den in demselben aufgehängten Haaren *c* freien Zutritt hat. Letztere sind durch ein Metallstück mit der Mikrometerschraube *d* verbunden, und tragen an ihrem untern Ende die Gewichte, deren Visirlinie man bei der Beobachtung genau hinter den Faden des Mikroskopes *e* bringt. Soll zur Bestimmung der festen Punkte des Instrumentes die Luft abgehalten werden, so schiebt man über den Messingcylinder die weite Glasröhre (*b*), welche an zwei hervorspringende Ringe genau anschliesst und mit ein wenig Wachs völlig luftdicht darauf befestigt wird. Die Verlängerungen oder Verkürzungen des Haares werden mittelst der Mikrometerschraube durch die kleine Skale (*f*) gemessen, welche dem eingetheilten Kopf der Schraube zur Seite steht und dadurch ausser den ganzen Umdrehungen der Schraube auch die Theile derselben in Längenwerthe bestimmt. Hat man für die festen Punkte die Stellungen der Schraube bemerkt, so lassen sich mittelst einer kleinen für jedes Instrument besonders zu verfertigenden Tafel die einzelnen Grade leicht bestimmen *). Bei Hrn. Babinet's Instrument

*) Bei der Genauigkeit, deren das Babinet'sche Hygrometer fähig ist, wäre es auch nicht überflüssig, zugleich in dieser Tafel Rücksicht zu nehmen, auf die Ausdehnung des Metalles, vom Faden des Mikroskopes an bis zur oberen Befestigung des Haares. Wenn bei Hrn. B. die ganze Länge des Haares $0,^m25$ beträgt und jedem Grad des Hygrometers $0,^{mm}05$ entspricht, so würde eine Aenderung von 2° C. in der Tempe-

Annal. d. Physik. B. 78. St. 1. J. 1824. St. 9. F

ist jede ganze Umdrehung der Schraube einem halben Millimeter gleich und da der Kopf derselben noch in 50 Theile getheilt ist, so läßt sich noch ein Hunderttheil eines Millimeters messen, also noch $\frac{1}{2}$ Hygrometergrad.

Endlich ist noch zu bemerken, daß jedes Haar durch das Loch einer kleinen horizontalen Platte geleitet ist, damit, weil 3 neben einander hangen, sie sich nicht verwickeln und daß beim Transport des Instrumentes die kleinen parallelepipedischen Gewichte (wie es der Figur nach scheint) mittelst zweier horizontaler Messingstäbchen fest gezwängt werden.

ratur, schon $\frac{1}{2}$ Hygrometergrad gleichkommen. Dadurch wäre freilich nicht der Einfluß der Temperatur auf das Haar selbst aufgehoben, sondern nur die Veränderung seiner Länge genau gemessen. P.

V.

*Beschreibung des von Hrn. Adelman n verbesserten
Goniometers;*

vom

Grafen DE BOURNON *).

Das erste Goniometer war das, was Carangeot unter der Anleitung von Romé de Lille, dem Vater der jetzigen Kryсталlographie, verfertigte. Dieses Instrument, das einzige, von dem Haüy Gebrauch machte, ward späterhin von Hrn. Gillet de Lamont in sofern verbessert, daß er für den Halbkreis einen größeren Maßstab wählte und dadurch also auch die Abtheilungen desselben deutlicher machte; im Uebrigen theilte es aber mit dem Original-Instrument ganz dieselben Unvollkommenheiten. Eine dieser letzteren entspringt aus der Schwierigkeit, die Schenkel des Instrumentes genau senkrecht auf die Kante zu

*) Aus den *Annals of Philosoph.* Sept. 1824. p. 212. Wenn gleich es nicht zu bezweifeln steht, daß die Kryсталle, denen der zur Reflexion erforderliche Glanz der Flächen abgeht, auch keine scharfe bis auf Sekunden reichende Messungen ihrer Winkel zulassen, so wird man dennoch diesem Instrumente, den Vorzug, eine größere Approximation als das Haüy'sche zu geben, nicht absprechen können. Ob aber nicht in Fällen, wo die Kryсталle nur glanzlose Flächen darboten, das Instrument des Hrn. Prof. Baumgärtner (*Annal. d. Phys.* Bd. 71. 1.) vorzuziehen wäre, verdiente gewiß eine Prüfung. P.

stellen, welche die beiden Kry stallflächen verbindet, deren Neigung gegeneinander man messen will, und eine zweite liegt in der Schwierigkeit, den Kry stall so anzubringen, daß die ganze Ebene der Schenkel und nicht bloß ihre Kanten, die Kry stallflächen genau in jedem Punkte berühren; eine Bedingung, ohne welche es unmöglich ist eine genaue Messung zu erhalten.

Das Reflexions - Goniometer, welches wir Dr. Wollaston verdanken, dem die Wissenschaften so manche Verbindlichkeiten schuldig sind, stellt ein viel vollkommneres Instrument dar; aber es setzt in dem zu messenden Kry stall Bedingungen vorans, welche bei diesem nicht leicht immer angetroffen werden; wie z. B. vollkommen ebene Flächen, die frei von Streifen sind, und einen hinreichenden Glanz besitzen um das Licht so zurückzuwerfen, daß man ein deutliches Bild von der Visirlinie erhält. Versuchen wir mit diesem Instrumente Kry stalle zu messen, deren Flächen, wenn gleich nur im geringen Grade gestreift sind, wie das unglücklicherweise nur zu häufig der Fall ist, oder welche nicht vollkommen eben sind, so kann man versichert seyn, mehr oder weniger ungenauere Resultate zu erhalten — ein Umstand, der, wie mir es scheint, schon oft eingetreten ist.

Ich räume indess ein, daß sobald dies Instrument nur dazu gebraucht werden kann, die primitive Figur festzusetzen, welche als Typus aller übrigen, die der beobachtete Kry stall darbieten kann, der Berechnung der sekundären Flächen zur Grundlage dient, alsdann ein einziger Kry stall, welcher die erforderlichen Bedingungen erfüllt, hinreichend seyn würde. Da aber bei einer großen Anzahl von Substanzen, vor-

zöglich bei solchen, die keine vollkommene und leichte Spaltung zuleffen, einige sekundäre Flächen nöthig sind um die Dimensionen zu bestimmen, so ist solch ein Krytall noch erst aufzufinden.

Hr. Adelmann's Goniometer besitzt nicht die Unvollkommenheiten der erwähnten Instrumente, und überdies noch Vorzüge, welche diesen fehlen, so daß ich glaube der Wissenschaft einen Dienst zu erweisen, wenn ich seine Einrichtung und Gebrauchsart beschreibe.

Das Instrument besteht aus einem kleinen Mahagoni-Kästchen (1) (Fig. 2), das 11 Zoll lang, 6 breit und 3 Zoll hoch ist und eine Schieblade (2) enthält. Das Obere des Kästchens (3) ist mit einer Platte von Messing bedeckt, welche mindestens 2 Linien dick ist, um das Ziehen derselben zu verhindern, und die Basis des Instrumentes hinreichend zu beschweren. Die übrigen Theile des Instrumentes sind von Messing gemacht. Zwei Säulen (4), neun Linien im Durchmesser und mindestens $4\frac{1}{2}$ Zoll hoch, sind in einem gegenseitigen Abstände von 3 Zoll, auf der Messingplatte befestigt und an ihrem oberen Ende durch eine Platte (5) mit einander verbunden. An den Kopf einer jeden Säule ist eine Büchse (6) befestigt, in welcher ein stählernes Lineal (7), sieben Linien breit und eine Linie dick, sich horizontal bewegt. Das Lineal ist auf die Kante gestellt, damit seine Bewegung desto sanfter und regelmäßiger vor sich geht, auch besitzt für denselben Zweck jede Büchse im Boden eine Rolle, auf welcher das Lineal fortgleitet. Ein Halbkreis (8), dessen breiterer Theil (9) sieben Linien misst, ist mittelst seines Durchmessers, der $6\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, an dem

Lineal befestigt, steht jedoch mit diesem nicht in Berührung, sondern ist von ihm durch einen Zwischenraum von ungefähr 3 Linien getrennt. Dieser Zwischenraum ist nöthig um auf der andern Seite des Halbkreises, an seine Axe (10) den beweglichen Radius (11) anzubringen, der am oberen Ende, den Nonius (12) trägt. An diesem ersten und befestigten Halbkreis, ist ein zweiter angebracht, der in Grade, Minuten und halbe Minuten getheilt ist, welche wegen ihrer Größe vollkommen deutlich sind. Der zweite Halbkreis (13) ist mittelst seines Radius, an dem Mittelpunkt des ersteren befestigt und um letzteren drehbar; jedoch geschieht seine Bewegung um den festen Halbkreis völlig sanft ohne allen Ruck. Der Radius des beweglichen Halbkreises wird jenseits des Mittelpunktes, durch einen an demselben befestigten stählernen Arm (15) fortgesetzt, welchen man den Meßradius (the measuring radius) nennen kann. Der Theil (16) des festen Halbkreises ist nöthig, um den beweglichen Nonius fähig zu machen um den beweglichen Halbkreis geführt werden zu können. Eine hinter dem Nonius angebrachte Schraube (17) dient zur beliebigen Befestigung des Nonius, und mittelst des Knopfes (18) wird der graduirte Halbkreis herumgeführt.

Noch sind dem Instrument zwei abge sonderte Theile hinzugefügt. Der eine von diesen ist ein Träger (19) mit einem Charnier, welcher zur Aufnahme des zu messenden Krystalls bestimmt ist; dieser Träger gleitet in einer Fuge (22), um den Meßradius näher oder entfernter zu stellen oder auch gänzlich fortzu ziehen.

Der andre stellt eine Diopter dar, durch welche man sich vergewissern kann, ob nach Befestigung des Kryсталles auf seinem Träger, die Kante der beiden Flächen, deren Neigung man messen will, eine vollkommen horizontale Lage besitzt.

Um das Goniometer zu gebrauchen, bringt man den Kryсталl auf den Träger, in die eben erwähnte Lage, schiebt den Träger so weit längs der Fuge, bis der Messradius über demselben liegt, und dreht darauf den beweglichen Halbkreis, nachdem der Nonius (12) vorläufig weggenommen, damit er dessen Bewegung nicht hindere. Der übrige Theil der Operation besteht darin, den Arm des Messradius so genau wie möglich an die Kryсталlfläche zu legen, der er gegenüber steht. Dies geschieht mittelst des Lineals (7), an welchem der Halbkreis befestigt ist, und damit dies um so leichter und ohne Ruck vor sich geht, ist es nöthig beide Hände zu gebrauchen, an jedem Ende des Lineals eine *).

Wenn der Radius nicht genau an die Kryсталlfläche anschliesst, so muss man ihn sanft fortziehen um den beweglichen Halbkreis zu heben oder zu senken, welches auf ähnliche Weise durch den Gebrauch bei-

*) Früher ward eine Stellschraube mit ihrer Lafette angewandt, um die Bewegung des Lineals zu berichtigen, wie es die Figur zeigt, aber es fand sich, dass diese unnöthig war, indem die Adjustirung eben so genau und viel schneller aus freier Hand geschieht, vorausgesetzt, dass sowohl das Lineal als die Rollen, auf welchen es fortgleitet, recht genau gearbeitet sind.

der Hände geschieht, indem man mit der einen das Ende des Mesuradius und mit der andern den gegenüberstehenden Rand des beweglichen Halbkreises ergreift, und nun den Mesuradius so genau auf die Kry stallflächen legt, daß bei Untersuchung mit einer Linse, kein Tageslicht zwischen beiden wahrgenommen werden kann. Wenn diese geschehen ist, so läßt man den beweglichen Nonius (12) so weit herab, bis er die Hemmung (23) auf den Nullpunkt des beweglichen Kreises geführt hat, und befestigt ihn daselbst mit der Schraube (17). Alsdann hat man nur den Träger fortzuziehen und den Mesuradius an die andere Seite des Kry stalles anzulegen; wenn er daselbst angebracht ist, und man bei dieser Kry stallfläche dieselbe Operation vollzieht wie bei der ersten, so ist die Messung beendet. Der Werth des Neigungswinkels der beiden Flächen wird alsdann in Graden und Minuten von dem eingetheilten Halbkreis und seinem Nonius abgelesen.

Das Instrument ist in der Figur so dargestellt, als wäre die Operation an einer der Kry stallflächen vollendet und der Nonius schon befestigt.

Diese Goniometer ist leicht zu gebrauchen; es hat den Vorzug, daß es befestigt ist und daß die Genauigkeit der Beobachtung nicht von der Geschicklichkeit des Beobachters abhängt; auch fordert es, bei den Flächen des zu messenden Kry stalles nicht jenen vollkommenen Glanz, der oft so schwer zu finden ist.

Da der Mesuradius, nachdem er einmal an die Fläche des Kry stalles gebracht ist, so lange in dieser

Stellung bleibt bis der Beobachter sie nach Gefallen verändert, so kann er, wenn seine Augen durch die Operation ermüdet sind, die Genauigkeit seiner Arbeit bei einer künftigen Gelegenheit prüfen, oder sie durch einen Gehülfen untersuchen lassen. Die nothwendigste Bedingung besteht darin, daß die Krytallflächen völlig eben sind, welche unglücklicherweise nicht immer so leicht erfüllt wird, als man wünschen möchte.

VI.

*Ueber die Theorie, Einrichtung und Gebrauch
des Pachometers,
eines Instrumentes zur Messung der Dicke belegter Spiegelgläser;
von
Herrn BENOIT *).*

Die Festigkeit, welche grofse Spiegelgläser haben müssen, damit sie den Biegungen, welche die Bilder verzerren würden, hinreichenden Widerstand leisten, setzt für die Dicke dieses köstlichen Industrieproduktes eine gewisse untere Gränze fest, so dafs bei übrigen gleichen Umständen ein grofses Spiegelglas um so höher im Preise steht, je beträchtlicher seine Dicke ist. Wenn die Gläser unbelegt sind, so ist es leicht ihre Dimensionen zu messen; sind sie aber schon belegt, so läfst sich ihre Dicke nicht durch die gewöhnlichen Instrumente ausmitteln und ist überhaupt schwer zu schätzen.

In der Hoffnung diese Schwierigkeit zu beseitigen, habe ich das *Pachometer* erdacht, mittelst welches man augenblicklich und ohne Rechnung, die Dicke eines Spiegelglases für jeden seiner Punkte finden kann. Das Pachometer giebt folglich ein Mittel sich mit Schnelligkeit zu vergewissern, ob ein Spiegel-

*) Aus den *Annal. de l'industr. nationale*, Mai 1824. p. 145.

glas überall dieselbe Dicke hat, eine Prüfung, die schon bei unbelegten Gläsern ihre Unbequemlichkeiten hat und bei belegten Gläsern, durch die gewöhnlichen Mittel völlig unthunlich ist.

Bevor ich die Einrichtung und den Gebrauch des Pachometers kennen lehre, will ich zeigen, auf welchem theoretischen Grundsatz dieses Instrument beruht. Es sey AB (Fig. 2) der Durchschnitt der vordern Spiegelfläche mit einer auf ihr senkrecht stehenden Ebene, gelegt durch den Gesichtsstrahl EB , welcher von dem Auge E des Beobachters ausgeht. CD sey der Durchschnitt derselben Ebene mit der hintern belegten Spiegelfläche, welche ich als parallel mit der vorderen annehme. Die Dicke des Glases wird durch die, beiden Flächen gemeinschaftliche Normale FP gemessen, und diese Linie ist es, deren Länge zu suchen ist. Nun wird der Gesichtsstrahl EB nach BF gebrochen und darauf in F nach Richtung von FA reflectirt, so daß das Bild des Punktes A worin der Gesichtsstrahl austritt nach Richtung EB gesehen wird. Ferner ist nach Hrn. Fresnel's Versuchen, das numerische Verhältniß des Sinus vom Einfallswinkel $EBG = i$ zum Sin. des Berechnungswinkels $FBD = r$, wenn der Strahl aus Luft in Spiegelglas von St. Gobin tritt $= 1,51$, und deshalb hat man die Gleichung

$$\sin i = 1,51 \sin r \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Da nun Winkel $AFP =$ Winkel $PFB =$ Winkel $FBD = r$, so hat man auch, wenn die Entfernung AB mit l und die Dicke FP des Glases mit e bezeichnet wird, die Gleichung

$$\frac{\sin r}{\cos r} = \frac{1.51}{e} \quad (2)$$

und wenn man r zwischen beiden Gleichungen eliminiert, so kommt

$$\frac{e}{l} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(1.51 \frac{R}{\sin i}\right)^2 - 1} \quad (3)$$

eine Formel, welche dazu dient, für irgend einen Einfallswinkel i des Gesichtsstrahls, das Verhältniß zu berechnen, welches zwischen der Dicke e eines Spiegelglases von Saint Gobin und dem Abstände des Eintrittspunktes des Gesichtsstrahls von dem Punkte seines Austritts aus dem Glase, Statt findet. Setzt man z. B. $i = 80$ Graden (hunderttheiligen. P), so ergibt sich $\frac{e}{l} = \frac{1}{1.62178}$.

Aus der Gleichung (3) hat man auch:

$$\sin i = \sqrt{\frac{1.51^2}{4 + \frac{l^2}{e^2}}} R$$

eine Formel, mittelst welcher man bei gegebenem Abstände l und gegebener Dicke e , den für das Spiegelglas von Saint Gobin erforderlichen Einfallswinkel i des Gesichtsstrahles berechnen kann. Da nun der Winkel i stets kleiner als ein rechter ist, so muß das Verhältniß $\frac{l}{e}$ stets ein solches seyn, daß:

$$\frac{1.51}{\sqrt{4 + \frac{l^2}{e^2}}} < 1$$

Ich finde, daß diese Bedingung erfüllt wird, wenn

$$\frac{l}{o} < \sqrt{\frac{2}{(1,51)^2 - 1}} \text{ d. h. wenn man } \frac{l}{o} < 1,7677 \quad (5)$$

nimmt.

Nach dieser oberen Gränze sieht man, daß 1 der einzige ganze Werth ist, den man dem Verhältniß $\frac{l}{o}$ beilegen kann, alle übrigen sind Bruchwerthe.

Für $\frac{l}{o} = 1$ giebt die Formel (4) $i = 47,8^{\circ} 19' 65'' 22$ und diese ist also der Werth des Einfallswinkels, wenn der Abstand zwischen dem Ein- und Austrittspunkte des Gesichtsstrahles, gleich seyn soll der Dicke des Glases.

Setzt man $\frac{l}{o} = 1,5$, so findet man $i = 72,8^{\circ} 17' 10'' 56$ und alsdann ist die Dicke des Glases, gleich $\frac{1}{3}$ jenes Abstandes.

Dieser letztere Werth des Einfallswinkels i schien mir den Vorzug vor allen übrigen zu verdienen, und ich habe ihn deshalb für die gewöhnlichen Pachometer angenommen, deren Beschreibung ich so gleich geben will. Wollte man das Verhältniß $\frac{l}{o}$ größer als 1,5 machen, so müßte man auch größere Einfallswinkel anwenden, bei welchen aber die Bilder schwer zu unterscheiden seyn würden.

Das gewöhnliche Pachometer mit festem Winkel besteht nun aus einem Sektor von Kupfer *sab* (Fig. 3) der an seinem Scheitel *s* mit Stahl versehen ist, eine Amplitude von $27,8^{\circ} 8' 289'' 44$ (nach hunderttheiliger Kreistheilung. *P.*) umspannt und einen Radius von

14 bis 15 Centimeter besitzt. Dieser Sektor ist mit einer seiner Seitenflächen an einer Art Pyramide von Holz *cd* befestigt, in deren Basis sich eine Fuge *r* befindet, die zur Aufnahme eines kupfernen Schiebers bestimmt ist. Die breite Seite *lmn* dieses Schiebers schließt genau an eine der Seiten *sa* des Sektors an, und das Ende desselben ist mit einem Querriegel *tm* von Stahl versehen, der bei *m* um soviel seitwärts hervorspringt, als die Dicke der Kupferplatte beträgt, aus welcher der Sektor verfertigt ist. Dieser Querriegel begränzt den Schieber in einer scharfen, senkrecht auf der Länge des letzteren stehenden Kante. Der Schieber steht in allen für ihn möglichen Stellungen rechtwinklich gegen die Fläche des Sektors, und der Rand *mn* desselben, welcher letzteren berührt, ist in kleinen unter sich gleichen Theilen, von $\frac{1}{4}$ Millimeter GröÙe, getheilt. Diese Theilung ist, auf eine Länge von 3 Centimeter, von der äußeren Kante *mn* des Querriegels ab, wo der Anfangspunkt derselben liegt, bis zu 20 fortgesetzt, weil dabei je zwei der kleinen Theile vereinigt wurden, um so die Einheiten zu bilden, die zwar 1,5 Millimeter betragen, aber bei den mit dem Instrumente gemachten Messungen nur für Millimeter gerechnet werden.

Theilt man zu besonderen Absichten, den Schieber nur in Millimeter und Bruchtheile desselben, wie das bei dem Pachometer mit *beweglichem Winkel* geschah, den ich zu meinem eignen Gebrauch verfertigte, so hat man für die Dicke des Glases nur zwei Drittel der von dem Instrumente angegebenen Millimeter-Anzahl zu nehmen, vorausgesetzt, daß die obere

Schneide des Sektors einen Winkel von $27^{\circ} 8' 28'' 44$ mit der getheilten Fläche des Schiebers macht. Das Verhältniß zwischen der Dicke des Glases und dem Vorsprung des Schiebers, läßt sich übrigens für jede andere Winkelöffnung des Pachometers, nach der Formel (3) berechnen, in welcher z das Complement dieser Winkelöffnung ist.

Zum Gebrauch legt man das Pachometer mit der breiten Fläche lmn seines Schiebers, auf den zu untersuchenden Spiegel, so daß der Sektor abs auf der Oberfläche desselben senkrecht steht. Da alsdann der Rand as dieses Sektors gegen das Glas gestützt ist, so treten alle Gesichtsstrahlen, die längs seines zweiten Randes bs fortgehen, unter einen Einfallswinkel von $(100^{\circ} - \text{Winkel } bsa)$ oder $(100^{\circ} - 27^{\circ} 8' 28'' 44)$ d. h. unter $72^{\circ} 11' 10'' 56$ in das Glas, und daraus folgt, daß dieser Strahl nach seiner Reflexion an der belegten Spiegelfläche, in einem Punkte zum Glase hinausgeht, der von dem, in welchen er in dasselbe eintrat, um das anderthalbfache der Dicke des Glases absteht.

Wenn demnach der Schieber, wie es die Figur zeigt, ursprünglich offen steht, so läßt man den Sektor so weit längs desselben fortgleiten, bis das Bild der äußeren Kante mt des stählernen Querriegels in der Richtung des erwähnten Gesichtsstrahls bs sichtbar wird. Die Anzahl der Theilungen nach Seite des Scheitels s des Sektors, ist alsdann in Millimetern, der Werth der Dicke des untersuchten Glases.

Um das Pachometer auch zur Messung der Breite und Höhe des Spiegels geschickt zu machen, ist die

Theilung des an den Sektor anliegenden Randes *mn* des Schiebers, in Centimeter fortgesetzt, und auch die Basis der hölzernen Pyramide, zur Seite der Fuge *r* bis zu 25 Centimeter getheilt. Der gegenüberstehende Rand *tl* des Schiebers und der korrespondierende der Fuge, können in Zolle getheilt werden, so daß man die gemessenen Längenwerthe zugleich in Metern und Zollen abliest.

Wenn das Pachometer mit beweglichem Winkel versehen ist, so kann man diesen durch Versuche für eine jede gegebene Glasart einstellen. Ist man z. B. Willens, den Auszug des Schiebers, der Dicke von Spiegeln derselben Art, gleich zu machen, so befreie man einen der Spiegel von seiner Belegung, messe die Dicke unmittelbar, und schiebe die Zunge um so viel als diese beträgt heraus, dann stelle man das Instrument auf einen belegten Spiegel, und ändere den Winkel *asb*, welchen die statt der Alhidade dienende Kante mit der Spiegelfläche macht, so lange ab, bis das Bild der äußeren Kante des stählernen Querriegels, in der Richtung der ersteren sichtbar ist. Dann ist das Instrument regulirt. Man befestigt darauf die Druckschraube wieder und macht eine Kerbe auf der Seite der Pyramide, gegen welche man den Sektor anlegt, oder auf den Absatz von Kupfer, womit letzterer zu diesem Entzweck versehen ist. Dadurch sind die Angaben der gegenwärtigen Einstellung gesichert, und man kann die Theile des Instrumentes wieder in die zweckmäßige Lage bringen, wenn diese zur Aufsuchung der für andere Glasarten erforderlichen Längen verändert ward.

Endlich kann auch das Pachometer, wie man sieht, zur Bestimmung des Brechungsvermögens der Spiegelgläser dienen. Denn nennt man das Brechungsvermögen K und setzt diese Bezeichnung statt des, für das Spiegelglas von St. Gobin gehörenden, Werthes 1,51 in der Formel (4), so hat man

$$K = \frac{\sin i}{R} \sqrt{1 + 4 \frac{e^2}{l^2}}$$

eine Formel, in welcher alle Größen, die der zweite Theil einschließt, durch den so eben erwähnten Gebrauch des Pachometers gegeben sind. (Doch setzt dies völligen Parallelismus der Flächen des Spiegels voraus, eine Bedingung, die überhaupt für die Anwendung dieses Instrumentes erfüllt seyn muß, wenn dasselbe nicht bloß die ungleiche Dicke des Spiegels an verschiedenen Punkten, sondern auch den Werth derselben in einem bekannten Längenmaasse darthun soll. *P.*)

VII.

Beschreibung einer monochromatischen Lampe,

von

Dr. DAVID BREWSTER *).

In einem Aufsatze über das Sehen durch gefärbte Gläser, welchen ich vor Kurzem die Ehre hatte der Gesellschaft vorzulegen, machte ich auf die Vortheile der gefärbten Mittel bei mikroskopischen und teleskopischen Beobachtungen aufmerksam. Nachdem ich den grossen Nutzen kennen gelernt, den rothe und grüne Linfen zur Enthüllung derjenigen Pflanzengebilde besitzen, welche mit starker Vergrößerung untersucht werden müssen, war ich bemüht, aus dieser neuen Thatfache alle Vortheile abzuleiten, die sie mit sich zu führen schien. Hiezu war es erforderlich das Vermögen zu bestimmen, womit jede gesonderte Farbe des Spectrums ein deutliches Sehen gewährt, und obgleich ich in meiner früheren Abhandlung behauptet hatte, „dass es schwer wäre, irgend einen Grund aufzufinden, weshalb ein gefärbtes Medium dem andern vorgezogen werden sollte; vorausgesetzt dass jedes derselben gleiche Mengen von dem homogenen „Lichte durchliessen“; so war es doch wünschens-

*) aus d. Edinburgh. Philosoph. Journ. Jan. 1824. p. 120.

werth diese theoretische Ansicht durch einen directen Versuch zu prüfen. Sir William Herschel *) hat freilich schon vor langer Zeit diesen Gegenstand untersucht, als er auf den Nutzen der gefärbten Mittel für Sonnenbeobachtungen hinwies, wobei er den Schluß machte, daß jede Farbe des Spectrums ein gleich deutliches Sehen zulasse; aber seine Beobachtungsmethode, welche darin bestand, einen folgenreich durch jede Farbe des Spectrums erleuchteten Stift, mittelst eines Mikroskopes zu betrachten, war nicht darauf berechnet, entscheidende Resultate zu geben und ließe die Frage in ihrer ganzen Ungewissheit zurück.

Um genauere Anzeigen zu erhalten, die bei Anwendung auf praktische Gegenstände keiner Mißdeutung ausgesetzt waren, machte ich mittelst eines Prismas von stark zerstreuem Vermögen und von großem Brechungswinkel, ein Spectrum von einer leuchtenden Scheibe. Ich untersuchte darauf dasselbe durch eine Menge verschieden gefärbter, sowohl fester als flüssiger Mittel, und bemerkte die GröÙe und Gestalt des Bildes, in welches es verwandelt ward. Die Vollkommenheit dieses Bildes oder seine Begrenzung in Richtung der Länge des Spectrums, war für das Licht, aus welchem es gebildet war, eine genaue und unzweifelhafte Probe seiner Tauglichkeit zum deutlichen Sehen.

Bei dieser Beobachtungsmethode fand ich, daß man von der leuchtenden Scheibe weder ein blaues

*) Philosoph. Transact. for 1800.

noch ein grünes Bild mit Deutlichkeit hervorbringen konnte, und daß wahrscheinlich nur von dem rothen Theile des Spektrums ein solcher Effekt zu erhalten war. Als ich ein purpurfarbenes Glas anwandte, bemerkte ich, daß der mittlere Theil der rothen Zone eher als die äußeren Theile absorbiert ward, so daß anstatt eines rothen Bildes zwei ganz geschiedene und leidlich deutliche sichtbar waren. Bei einer größeren Dicke der Platte ward jedoch der brechbarste Theil des rothen Bildes absorbiert und der am wenigsten brechbare Anthell desselben, blieb in dem Zustand einer völligen Deutlichkeit übrig.

Obgleich ich hiedurch nun denjenigen Theil des Spektrums bestimmt hatte, welcher sich zum deutlichen Sehen am Meisten schickte, so war dennoch die Lichtmenge, welche vor der Isolation der äußern rothen Strahlen vernichtet ward, so groß, daß diese Bestimmung wenig praktischen Nutzen versprach, ausgenommen etwa die Fälle, in welchen man die Umrisse eines Gegenstandes zu beobachten hätte. Wäre es möglich gewesen von dem Spektrum die leuchtendsten Strahlen so vollkommen zu isoliren, als einige äußere der rothen, so würde diese ein beträchtlicher Vortheil gewesen seyn. Ich habe aber gefunden, daß dies ganz unthunlich ist, und wage zu behaupten, daß die Abscheidung des homogenen grünen oder gelben Lichtes von irgend einer beträchtlichen Intensität, durch keins der gegenwärtig bekannten gefärbten Media bewirkt werden kann.

Indem ich deshalb alle Hoffnung aufgab von einem gefärbten Medium irgend eine weitere, als die

vorhin bemerkte Verbesserung für die Mikroskope zu erhalten, fiel es mir bei, daß der beabsichtigte Zweck zu erlangen seyn möchte, wenn man durch Verbrennung brennlicher Substanzen eine homogene Flamme zur Erleuchtung der mikroskopischen Gegenstände, erzeugen könnte.

Es ist längs bekannt, daß eine große Menge von homogenen gelben Lichte hervorgebracht wird, wenn man Kochsalz oder Salpeter in die weiße Flamme einer Kerze, oder in die blaue und weiße Flamme des brennenden Alkohols bringt *). Jedoch ist ein auf diese Art erzeugtes Licht mehr für einen zufälligen Versuch geschikt, als zu einer dauernden Quelle der Erleuchtung, und bei den ungesunden Dämpfen, welche während der Verbrennung dieser Salze entwickelt werden, würde ich mich selbst dieser Methode ein gelbes Licht zu erhalten nicht bedienen.

Nach vielen mühevollen und vergeblichen Versuchen fand ich, daß die meisten Körper, bei welchen die Verbrennung unvollkommen ist, z. B. Papier, Leinwand, Baumwolle etc., ein Licht geben, in welchem die gelben Strahlen vorwalten, daß die Menge des gelben Lichtes mit der Feuchtigkeit dieser Körper wächst, und daß eine größere Menge desselben Lichtes erzeugt wird, wenn verschiedene Flammen mechanisch durch ein Löthrohr oder einen Blasebalg angefacht werden. Da die gelben Strahlen durch ein

*) Hr. Herschel hat mich belehrt, daß auch der Schwefel bei einer gewissen Stufe seiner Verbrennung ein homogenes gelbes Licht erzeugt.

unvollkommenes Verbrennen hervorgebracht zu werden schienen, so schloß ich, daß der mit Wasser verdünnte Alkohol dieselben in größerer Menge erzeugen würde, als der vollkommen wasserfreie, und der Versuch, den ich darauf machte, gelang über meine kühnsten Hoffnungen. Die ganze Flamme mit Ausnahme eines geringen Antheils von blauem Lichte, war ein schönes homogenes Gelb, welches bei Untersuchung mit einem Prisma zwar schwache Spuren vom Grünen und Blauen zeigte, aber nicht die geringsten Strahlen eines rothen oder orangefarbenen Lichtes. Die grünen und blauen Strahlen, welche die gelbe Flamme begleiteten, hatten verhältnißmäßig so wenig Intensität, daß sie bei dem Prozeß der Erleuchtung und Vergrößerung eines zu untersuchenden Objectes verschwanden, und selbst wenn sie auch in größerer Menge vorhanden gewesen, so würde es leicht seyn sie mit einem Mal durch Hülfe eines gelben Glases zu absorbiren und dadurch die Lampe völlig monochromatisch zu machen.

Nach mehreren Versuchen über das Verbrennen des verdünnten Alkohols, fand ich, daß die Entwicklung des gelben Lichtes größtentheils von der Natur des Doctes und der Schnelligkeit abhängt, mit der dieses Fluidum in Dampf verwandelt wird. Ein Stück Schwamm mit einer Anzahl hervorragender Spitzen, vertritt die Stelle des Doctes besser als irgend eine andere Substanz, und dann wird die Entwicklung des gelben Lichtes noch vermehrt, wenn man unter den Verbrenner eine gewöhnliche Spirituslampe setzt. Um zu besonderen Zwecken ein recht starkes Licht zu be-

kommen, verband ich mit der Spitze des Verbrenners eine Vorrichtung von Drahtgewebe, welches, indem es sich vertikal um ein Charnier dreht, oder durch eine Seitenbewegung, ungefähr einen halben Zoll oberhalb des Drahtes in eine horizontale Lage gebracht werden kann. Sobald es rothglühend geworden ist, läßt man es bis zur Berührung mit dem Schwamm hinab gehen, wodurch es den Alkohol schnell in Dampf verwandelt und eine reichliche Entwicklung von gelbem Lichte erzeugt (Fig. 5.)

Wenn ein starkes Licht anhaltend erforderlich ist, so finde ich, daß es Vorzug verdient den Docht völlig bei Seite zu stellen und den verdünnten Alkohol langsam von dem Rande nach dem Boden einer hohlen Schüssel von Platina laufen zu lassen, welche letztere man mittelst einer darunter gestellten Spirituslampe sehr heiß erhält. Der Boden der Platinschüssel muß mit einer Anzahl hervorragender Spitzen versehen werden, damit das Fluidum, welches mit ihm in Berührung kommt, in recht vielen Punkten der Wirkung der erhitzten Oberfläche ausgesetzt ist (Fig. 6).

Nachdem die Lampe einige Zeit gebrannt hat, bleibt ein Antheil von nicht verdampftem Wasser, gemischt mit ein wenig Alkohol, in einem zur Verbrennung untauglichen Zustande auf dem Boden der Schüssel zurück. Dies Wasser kann mit einem Schwamme fortgenommen werden, oder man kann auch seine Anhäufung verhindern, wenn man einen Vorrath von reinem Alkohol hat, mit dem man die

erschöpften Kräfte des verdünnten Fluiduma wieder erneuert.

Die monochromatische Lampe ist alsdann vollendet; ich werde keine Zeit verlieren sie zur Erleuchtung mikroskopischer Gegenstände anzuwenden. Die durch sie erzeugte Wirkung hat meine Erwartung bei weitem übertroffen. Die Bilder des kleinsten Pflanzenbaues waren genau und deutlich und das Sehen in jeder Hinsicht vollkommener, als es seyn würde, wenn alle Linsen des Mikroskopes durch den geschicktesten Künstler völlig achromatisch gemacht worden wären.

Die monochromatische Lampe findet unabhängig von ihrem Gebrauch für mikroskopische Beobachtungen, eine ausgedehnte Anwendung auf verschiedene Zweige der Künste und Wissenschaften. Als z. B. in gewissen Fällen des undeutlichen Sehens, wo durch Trennung der Fibern in der KrySTALLINSE eine Anzahl gefärbter Bilder entsteht, werden die prismatischen Farben, welche das Hauptbild vernichteten, durch ein homogenes Licht weggenommen und dadurch das Sehen verbessert. Ferner: zur Erleuchtung der Fäden der Passageinstrumente und der Mikrometer; bei Graduiren der Limbus getheilter Instrumente, welches gemeiniglich bei Kerzenlicht geschieht; zur Ableseung derselben Theilungen bei festen Beobachtungen; zur Bildung von Signalen bei trigonometrischen Vermessungen; zur Erhaltung genauer und gleichförmiger Messungen des Refraktionsvermögens; zur Messung der Trennung der bei-

den Lichtbündel bei Krytallen mit doppelter Strahlenbrechung; zur Bestimmung der Fokallänge der Linsen; zur Beobachtung verschiedener optischer Erscheinungen, bei denen das Licht zersetzt wird; zu allen diesen, und im Allgemeinen zu allen zarten Arbeiten, bei welchen ein deutliches Sehen wesentlich ist, wird die Anwendung einer homogenen Flamme den ausgezeichnetsten Nutzen leisten.

Fig. 6. zeigt eine Form der monoehromatischen Lampe, worin *A* das Reservoir für den verdünnten Alkohol bezeichnet, aus welchem dieser durch das Rohr *ABCD* zu dem breiten Docht *E* herabfließt, welcher letztere gemeiniglich aus Schwamm besteht. Ein Rahmen von Drahtgewebe *F* bewegt sich in einem Charnier, so daß er über die Flamme gebracht, und wenn er erhitzt ist, auf die Fläche des Dochtes niedergelassen werden kann. Vortreffliche Dochte lassen sich auch aus concentrischen Cylindern von dünnen Glimmer- oder Platina-Blättchen verfertigen.

Fig. 5. stellt eine andre Form der Lampe ganz ohne Docht dar, bei der der verdünnte Alkohol in einer flachen Schale *MN* von Platina oder einem andern Metall verbrennt. Letztere kann so gemacht seyn, daß sie eine geringe freiwillige Oscillationsbewegung besitzt, um dadurch das Fluidum auf die erhitzten Hervorragungen des Platinas zu bringen. Eine gewöhnliche Spirituslampe *QP* in einem Gehäuse eingeschlossen, ist unter der Platinschale *MN* angebracht, um dadurch eine hinreichende Hitze

zur Verwandlung des verdünnten Alkohols in Dampf hervorzubringen. Ein Schornstein, oder Cylinder von blasgelbem Glase kann über die Flamme gestellt werden, wenn man dadurch glauben sollte die kleinen Antheile von blauem Licht zu absorbiren, welche die gelbe Flamme begleiten.

VIII.

*Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Professor
C. G. Gmelin in Tübingen an den
Herausgeber.*

— Um die Fossilien näher kennen zu lernen, welche mit dem Amblygonit zu Penig in Sachsen brechen, hatte ich durch die Güte des Hrn. Breithaupt Proben vom Albit, Topas, Turmalin und dem rosenfarbenen Glimmer erhalten. Dabei bestätigte sich, was ich schon vor einiger Zeit gefunden hatte, *dass dieser rosenfarbene Glimmer eine neue Spezies ist*, indem derselbe vor dem Löthrohr mit der größten Leichtigkeit unter Aufbrausen zur einer durchsichtigen Kugel schmilzt, ja sich sogar in der bloßen Flamme des Lichtes sogleich an den Rändern abrundet. Jetzt habe ich gefunden, *dass dieser Glimmer ein Lithion - Glimmer ist*, da sich die Löthrohrflamme, in welcher derselbe geschmolzen wird, schön purpurroth färbt. Diese Reaction auf Lithion, scheint mir überhaupt für Löthrohr - Versuche sehr schätzbar zu seyn. Der Lepidolith zeigt sie im ausgezeichneten Grade, und selbst beim Petalit ist sie noch deutlich. Bei dem mit diesem Glimmer brechenden schwarzen Turmaline glaube ich etwas Aehnliches wahrgenommen zu haben, doch ist die Reaction so schwach, dass ich, ohne eine chemische Untersuchung, nichts mit

Bestimmtheit entscheiden möchte. Diese Reaction hat das Lithion nur mit dem Strontian gemein, welcher jedoch in der Regel leicht zu entdecken ist, und wohl selten in ähnlichen Verbindungen vorkommen wird.

Ob nun dieser Glimmer von Penig, bloß ein unvollkommen ausgebildeter Lepidolith oder wirklich ein Lithion-Glimmer ist, muß die chemische Analyse, welche ich bereits angefangen habe, zeigen. Sobald dieselbe beendet ist, werde ich Ihnen dieselbe, nebst einer neuen Analyse des Helvins und des Diploits (Breith.), oder Latrobits (Brooke) mittheilen. —

IX.

*Einfacher Beweis, daß die Ausdehnung der Kryſtalle durch Wärme, nach deren Axen ungleich iſt *).*

Herr Fresnel hat durch einen einfachen Verſuch dargethan, daß die Wärme den Gyps weniger parallel ſeiner Axe **) als in der auf dieſer ſenkrechteten Richtung ausdehnt, eine Verſchiedenheit, die mit der von Hrn. Miſcherlich am Kalkſpath beobachteten zwar analog iſt, aber entgegengesetztes Zeichen beſitzt, wie man dieß auch ſchon im Voraus von der entgegengesetzten Natur der doppelten Strahlenbrechung in beiden Körpern erwarten konnte.

Um ſich hievon zu überzeugen, reicht es hin zwei ſehr dünne Blättchen von einem Gypskryſtall abzulösen, und ſie ſo aufeinander zu leimen, daß ihre Axen ſich rechtwinklich kreuzen. Der Tifchlerleim, deſſen ſich Hr. Fresnel bei dieſem Verſuch bedient, erweicht ſich immer bei Erwärmung, ſelbſt wenn er ſehr dick aufgetragen war; ſo daß die bei-

*) aus d. Bullét. des ſcienc. mathémat. etc. Febr. 1824. p. 100.

**) Hr. Fresnel begreift hier unter *Axe* diejenige Linie, welche den ſpitzen Winkel der beiden optiſchen Axen in zwei gleiche Theile theilt, und deren Richtung man durch das von Hrn. Biot in ſeinem *Traité* gegebene Verfahren auffinden kann.

den Blättchen, während sie warm sind, übereinander fortgleiten können. Läßt man sie aber erkalten, so erhärtet der Leim und die Blättchen sind miteinander verbunden. Da sie nun in der Richtung aufeinander gelegt sind, in welcher die Differenz der Ausdehnung am größten ist, so wird das Blättchen, welches am meisten nach einer Richtung ausgedehnt war, sich auch stärker als das andere zusammenziehen, genöthigt seyn sich zu krümmen, und die concave Seite eines Blättchen zu bilden, von dem das andere die convexe Seite ausmacht. Das Umgekehrte findet parallel der Axe, in der auf ersterer senkrechten Richtung Statt, so daß die zusammengeleimten Blättchen nach dem Erkalten die Form einer schiefen Fläche (*surface gauche*) annehmen.

ZU HALLE,

VATOR DR. WINCKLER.

Therm. Reaum. frei im Schatten	Haar Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter	Thermometrograph			Wasser- Stand- der Saale	Übersicht d Witterung	
				Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags		Tag	Zahl
5	+10.0	95.0	8. 1. trüb Rg	1	+10.0	+25.7	4' 5"	heiter	1
6	10. 0	98. 4	N. 1. trüb	2	9. 6	25. 0	4 2.5	schön	10
7	10. 3	98. 4	nnw. 1. trüb	3	11. 0	25. 5	4 5	vern	11
8	9. 7	97. 5	NW. 1. trüb Rg	4	11. 0	25. 5	4 2.5	trüb	8
9	1. 97. 1	97. 1	nnw. 1. trüb Rg	5	12. 9	19. 9	4 2	Höhrauch	4
			Regen	6	11. 5	17. 9	4 5	Nebel	17
10	+ 8. 1	82. 9	NW. 2. trüb Rg	7	10. 5	18. 8	4 2.5	Thau	6
11	6. 6	86. 1	nnw. 2. trüb Rg	8	10. 2	21. 5	4 6	Duft	2
12	7. 8	68. 7	nnw. 1. trüb	9	11. 7	16. 7	4 6	Regen	2
13	7. 5	78. 6	NW. 1. vern	10	9. 0	14. 5	4 5.5	Reif	1
14	6. 8	80. 0	NW. 2. vern	11	6. 4	16. 1	4 8	Gewitter	5
15				12	9. 4	18. 5	5 0	Blitz	1
16	+ 6. 0	77. 7	SW. 2. vern	13	9. 8	15. 4	4 10	windig	4
17	8. 8	60. 7	SW. 5. vern	14	6. 2	16. 1	4 8	stürmisch	-
18	9. 5	58. 0	SW. 2. vern	15	7. 6	18. 0	4 5		
19	7. 8	68. 7	S. 1. trüb	16	8. 0	19. 2	4 5.5		
20	6. 4	72. 7	so. 2. trüb	17	11. 6	19. 1	4 5		
21				18	9. 0	17. 5	4 4.5	Nächte	
22	+ 7. 4	72. 4	SW. 3. sch Mgrth	19	8. 2	18. 0	4 4	heiter	4
23	9. 5	59. 8	SW. 3. vern	20	8. 6	17. 5	4 3.5	schön	7
24	9. 8	57. 5	SW. 3. schön	21	8. 4	16. 1	4 5	vern	10
25	6. 5	55. 6	SW. 2. sch Abrth	22	7. 2	15. 5	4 2.5	trüb	9
26	3. 5	71. 5	SW. 1. heitr	23	6. 0	16. 4	4 5	Nebel	5
27			Rf Mgrth	24	10. 5	16. 4	4 5	Regen	7
28	+ 5. 2	69. 0	so. 1. vern Nbl	25	9. 0	11. 8	4 5	Gewitter	2
29	8. 9	52. 7	so. 1. schön	26	5. 1	9. 6	4 4	windig	-
30	9. 7	50. 6	SO. 1. schön	27	2. 4	9. 5	4 6	stürmisch	-
31	9. 7	57. 6	ono. 1. sch AbrNb	28	5. 3	9. 7	4 9		
32	5. 5	78. 3	O. 1. schön	29	0. 7	9. 9	4 9		
33			Thau	30	+ 3. 5	+15. 9	4 8.5		
34	+ 5. 5	77. 2	SO. 1. vern Nbl					Mrgth	16
35	15. 4	67. 4	SO. 1. vern	Sma	250. 1	508. 6	132' 8'' 5	Abrth	23
36	15. 3	65. 6	SO. 1. schön	Mittl	+ 8.03	+16.95	4 5.1		
37	12. 3	80. 2	O. 2. sch Abrth						
38	9. 4	90. 5	O. 2. heitr						
				Min. Max.		+ 0.7 +23.07			
						größte Veränd.			
						23.00			
n.	Therm.	Hygr.	Wind	Barom.		Therm.		Hygrom.	
815	+692.07	5347.02	ssw	Mittl	335.000	ssw	+13.068	ssw	81.066
888	547. 6	3511. 13	ssw	Max.	338. 564	S	+25. 50	ssw	100.00
195	557. 4	3363. 76	ono	Min.	330. 253	NW	+ 3. 20	ssw	50. 61
173	255. 6	2226. 51	SW	Gründ	8.351		20.010		49. 39
069	+2051.3	12248.42	ssw						

V

heit, Stellen; Abds belegen sie den Horiz. und später ziehen sie
 rund. Heute 8 U. 10' Morg. tritt das letzte Mond-Viertel ein.
 17. Cirr. Str. die Vormittags über heit. Grund gehen, bed. Spät-
 irr. Str. unten und oben ziehende Cum. Am 18. Vormitts heiter,
 ehende Cirr. Str., und Abds der Horiz. bel. Am 19. Vormitts
 , Nachmitts viel hohe Cum. und oben über heit. Grund große
 diese locker und gefondert. Am 20. früh gleiche Decke, Mittags
 s, Abds oben Cirrus und W. düstere Cirr. Str. und in NW leichte
 ls bed. Cirr. Str. meist, von 8—9 in N u. W die Blitze stärker,
 cke ist Mitts wolkig, oft einz. Regtrpf.; Abds Sonderung in Cirr.
 i Reg. und Spt-Abds wieder wolk. düstere Decke. Der Mond ste-
 Erdnähe. Am 22. Cirr. Str. bed. oft, Tags treten am Horiz.
 ls ziehen Cirr. Str. sehr einz. über heit, Grund und später heiter,
 iz, bel. Um 11 U. 21' Abds steht der Mond im neuen Lichte.
 23. Vormitts heiter, Horiz. bel., Mitts oben Cirrus-Spur; nach
 eine, getrennte Cum. und oben Cirrus in var. forma. Abds wolk.,
 e. Um 3 U. 50' heute früh, trat die Sonne in die Wage und es
 Herbst-Aequinoctium Statt. Am 24. Nachts Reg., früh unten ein
 r; Tags auf Cirrus besetztem Grunde viel große Cirr. Str. oben
 Vo Abds und später wolkig bed. Am 25 u. 26. gleiche, selten wolk.
 Abds den 26. in Cirr. Str. Massen und oben ist es später heiter,
 , fast den ganzen Tag und am 26. früh Reg. Am 27. bis Nachmitts
 , meist, Mitts unten Cum. und von Abds ab wolk. Decke. Am
 Cum. lassen viel heit. Grund, nach Mitts in N Cum.; Abds oben
 Damm, und später ist auch dieser verschwunden. Am 29. Cirrus-
 , früh, Mitts heiter, nur der S-Horiz. bel.; Nachmitts fast rings
 , Str. Gruppen. Spt-Abds bis auf bel. und bedünst. Horiz. heitr.
 , überall Cirr. Str. Schleier, Mitts wird dieser dünn und Stel-
 Mitts heiter, unten einige Cirr. Str., Abds und später der Horiz.
 stark bedünstet. Heute, Morg. 0 U. 25', das erste Mond-Viertel.

nots: Oft schöne Tage, Anfangs heiss, am Ende einige kalte
 ich und oft Regen; bei mäßigem westlichen und östlichen Winde
 barometer im Mittel zwar hoch, doch ist die Variation nicht be-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZEHNTES STÜCK.

I.

*Untersuchungen über die Flussspathsäure und deren
merkwürdigsten Verbindungen;*

von

J. J. BERZELIUS *).

(Dritte Abtheilung; Fortsetzung der Abhandlung im Heft 2.
Bd. 77. p. 169.)

B. Flussspathsäure, Boraxsäure; Fluoborsäure und deren Verbindungen mit Salzbasen,

Die ausgezeichneten Eigenschaften einer starken und ätzenden Säure, welche die sogenannte Fluoborsäure im concentrirten Zustande besitzt, gaben seit der ersten Kenntniß ihrer Existenz Veranlassung sie als eine Doppelsäure zu betrachten, welche die Neigung habe mit Basen Doppelsalze von *zwei* Säuren und *einer* Basis zu bilden. Diese Eigenschaft kommt ihr zwar auch in einem weit höheren Grade zu, als der flussspathsauren Kiesel-erde; allein ihre ausgezeichnetste

*) Aus der Handschrift übersetzt von Dr. F. Wöhler.

Neigung ist so wie die der letzteren, Doppelsalze von einer Säure mit zwei Basen hervorzubringen, - von welchen letzteren die Boraxsäure eine vorstellt. Weiterhin werde ich zeigen, daß es eine Klasse von Salzen dieser Art giebt, die nach den Gesetzen der entsprechenden Kiefelsalze gebildet sind.

Ich übergehe hier die Beschreibung der Fluobor-säure, da wir sie schon durch die Versuche von Gay-Lussac und Thenard, so wie durch die von John Davy kennen. Ein Umstand ist jedoch diesen Naturforschern entgangen, nämlich, die Zersetzung des Fluobor-säuregases durch Wasser. Wir haben vorher gesehen *), daß das Wasser ein Drittel der Kiesel-erde aus ihrer gasförmigen Verbindung mit Flußspath-säure abscheidet, was man ohne Schwierigkeit beobachten kann, da die Kiesel-erde fast unlöslich ist. Dasselbe geht nun mit der Boraxsäure vor, kann aber nicht so leicht bemerkt werden, da sie sich, aus der Verbindung mit Flußspath-säure geschieden, in Wasser aufgelöst erhält. Ich bereitete Fluobor-säuregas aus Flußspath, Boraxsäure und Schwefelsäure, nach der von J. Davy gegebenen Vorschrift, und fing das Gas in Wasser auf. Die Flüssigkeit wurde bald warm, und nach und nach bildete sich in derselben ein Niederschlag, welcher der Kiesel-erde so ähnlich war, daß ich anfänglich glaubte, er rühre von einem Quarz-gehalt des Flußspathes her; aber er löste sich in reinem Wasser auf und verhielt sich wie Boraxsäure. Ich ließ hierauf die Flüssigkeit langsam erkalten, wobei eine nicht unbedeutende Menge Boraxsäure in den

*) a. a. O. p. 177.

gewöhnlichen Kryallenschuppen anschloß. Durch Verdampfung der Flüssigkeit bei einer sehr gelinden Wärme und darauf erfolgenden Abkühlung, wurde noch mehr Boraxsäure erhalten. Wenn dagegen die Flüssigkeit ohne vorhergegangene Abkühlung verdampft wird, so läßt sich die Säure, ohne daß sie Boraxsäure absetzt, concentriren, und bei höherer Temperatur ohne Rückstand verflüchtigen, zum Beweise, daß bei einem gewissen Grade der Concentration, die Verbindung wiederum gebildet wird, welche vom Wasser zersetzt ward. Die concentrirte saure Flüssigkeit, welche man durch Sättigung des Wassers mit dem Gase bekommt, enthält ohne Zweifel Flußspathsäure und Boraxsäure in demselben Verhältnisse, nach welchem sie im Gase vereinigt sind, denn im entgegengesetzten Falle hätte man die Abscheidung der Boraxsäure bemerken müssen, wenn diese in der concentrirten Flüssigkeit Statt fand.

Durch direct analytische Versuche die Zusammensetzung der gasförmigen Fluoborsäure anzumachen, so wie die Menge der Boraxsäure zu bestimmen, welche bei Auflösung des Gases in Wasser frei wird, ist unmöglich, und im Allgemeinen würden die Zusammensetzung der Fluoborsäure und die Verhältnisse ihrer Verbindungen mit anderen Körpern zwei der schwersten Probleme für die chemische Analyse geblieben seyn, wenn nicht die Kenntniß der kieselhaltigen Flußspathsäure vorhergegangen, und sie mit dieser in ihren Eigenschaften so analog wäre, daß man durch ganz einfache Versuche an den Tag legen könnte, daß das, was von der kieselhaltigen Fluß-

spathsaure gilt, mit Ausnahme der Proportionen auch von der Fluoborsaure gelten muss.

Die Affinität der Boraxsaure zur Flusspathsaure ist grösser als die der Kiesel-erde, aber dessen ungeachtet kann man die letztere aus flusspathsaurer Kiesel-erde durch Boraxsaure nicht vollkommen abscheiden. Das Gas, welches auf die von J. Davy vorgeschriebene Weise erhalten wird, ist stets mit einem Antheile von flusspathsaurer Kiesel-erde vermenget, denn wenn der Flusspath durch Schwefelsaure zersetzt wird, so verbindet sich die ihm beigemengte Kiesel-erde früher mit der Flusspathsaure als die verglaste Boraxsaure. Ich suchte das Gas von der Kiesel-erde durch Berührung mit krySTALLisirter Boraxsaure zu befreien; ihr KrySTALLwasser condensirte viel Gas, aber das Boron, was aus dem nicht verschluckten Gase durch Kalium reduziert ward, hinterliess bei der Oxydation mit Salpetersaure ungefähr $\frac{1}{4}$ seines Gewichtes an Silicium. Ob das Gas bei seiner Bereitung auf trockenem Wege aus Flusspath- und Boraxsaure vollkommen rein erhalten werden kann, habe ich nicht versucht, aber ich vermuthete, dass alsdann die Kiesel-erde nicht in dasselbe eingeht. Zu den Versuchen, von welchen ich sogleich reden werde, ward die Säure mit Flusspathsaure bereitet, die, um sie frei von Kiesel-erde zu erhalten, über saurem flusspathsaurem Kaliumdestillirt war, und zu welcher die Boraxsaure so lange in kleinen Portionen zugesetzt ward, als sie sich noch löste, worauf die flüssige Säure von dem Unge- lösten abgossen ward.

Um die Zusammensetzung der Fluoborsaure zu bestimmen; glaubte ich, dass das flusspathsaure Kie-

felkali oder Natron, durch Boraxsäure zerlegt, mit Leichtigkeit ein positives Resultat geben würde. Als ich deshalb diese Salze mit Boraxsäure digerirte, fand ich, daß zwar Kiesel Erde abgeschieden wurde, aber weit weniger als das Salz von derselben enthielt, und von dem aufgelösten Theile bekam ich, je nach der Menge der zugesetzten Boraxsäure, so variirende und unbestimmte Verbindungen, daß ich diese Methode bald aufgeben mußte. Ich versuchte darauf die Fluospathsäure mit einer Auflösung des Boraxes zu vermischen, in der Meinung, es werde vielleicht hiedurch die ganze Quantität des Boraxes in dasjenige Salz verwandelt, welches ich zu erhalten hoffte; als indess die Auflösung abgedampft ward, erhielt ich mehrere verschiedene KrySTALLISATIONEN, von welchen keine weder aus unverändertem Borax bestand, noch so zusammengesetzt war, daß sie beim Schmelzen Fluobor säure gab und fluospathsaures Natron hinterließ.

Ich nahm nun meine Zuflucht zu einer unmittelbaren Verbindung von Salzbasen mit Fluobor säure, aber auch hierbei waren die Resultate so abweichend, daß ich bisweilen in der Flüssigkeit nur Boraxsäure erhielt, nachdem sich die Fluospathsäure mit der zugesetzten Base niedergeschlagen hatte. Es blieb mir daher nur noch übrig ein unmittelbares Verbinden der fluospathsauren Salze mit Fluobor säure zu versuchen, und dieses hatte einen glücklichen Erfolg.

Ehe ich indess die Beschreibung der Salze vornehme, die ich auf diese Weise darstellte, muß ich einige Worte über ihre Nomenklatur sagen. Den Namen *Fluoborate* können sie nicht bekommen, aus

aus dem Grunde, welchen ich bei der Kiesel-erde anführte; die eigentlichen Fluoborate scheinen eine Klasse von Doppelsalzen mit zwei Säuren auszumachen. Ganz folgerechte Namen für Doppelsalze, in denen eine Säure die Rolle der einen Basis spielt, sind nicht leicht zu finden, und ich werde mich daher hier mit der Wahl von solchen begnügen, die leicht verstanden werden. Z. B. nenne ich das Kalisalz: *Flusspathsaures Bor-Kali*.

Flusspathsaures Bor-Kali. Wird flusspathsaures Kali in eine Auflösung von boraxsaurem Kali oder in die irgend eines andern neutralen Kalisalzes gebracht, so entsteht ein gelatinöser Niederschlag, der dem entsprechenden von kieselhaltiger Flusspathsäure so ähnlich ist, daß man ihn dem Ansehen nach nicht von jenem unterscheiden kann; die Aehnlichkeit geht so weit, daß bei einem gewissen Ueberschuß von Säure in der Flüssigkeit, der Niederschlag ein schwaches Farbenspiel hat, gleich dem, was das flusspathsaure Kieselkali zeigt. Auf ein Filtrum genommen, findet man, daß er aus größeren Theilen besteht, und wird die Masse noch feucht gedrückt, so ist ein schwacher Laut hörbar, ähnlich wie bei Haarpuder. Das Salz läßt sich sehr gut auswaschen und ist in kaltem Wasser wenig auflöslich. Nach dem Trocknen wird es weiß, fein und mehlig wie das Kieselkalz. Es hat einen schwachen etwas bitteren, aber nicht im Geringsten sauren Geschmack und röthet Lackmuspapier nicht. Hundert Theile kalten Wassers lösen 1,42 Theile des Salzes, aber von kochendem Wasser wird es bedeutend mehr aufgelöst und schießt daraus beim Erkalten in kleinen glänzenden Kry stallen an; mit

dem Mikroskope betrachtet, scheinen es sechsseitige Prismen zu seyn, die an den Enden mit zwei Flächen zugespitzt sind, welche Zuschärfungen sich an den meisten Krytallen vergrößern, so daß die Krytalle nach einer Richtung in sechsseitigen Prismen, nach anderen in rhomboëdrischen Umrissen erscheinen. Diese Krytalle enthalten kein Wasser. Sie werden von kochendem Alkohol in geringer Menge aufgelöst und schießen beim Erkalten größtentheils aus ihm wieder an. Wird dieses Salz erhitzt, so kommt es kurz vor dem Glühen in Fluß, fängt an zu kochen und stößt fluoborsaures Gas aus, welches, wenn das Salz vorher nicht ganz von Wasser befreit war, dieselbe Anhäufung kleiner Tropfen von liquider Säure bildet, wie die fluospathsaure Kiesel Erde unter gleichen Umständen. Es erfordert eine lang anhaltende und strenge Hitze um zerlegt zu werden, und widersteht der Zerlegung viel länger als das Kieselsalz. In einem bedeckten Platintiegel gegläht, setzt es um die Oeffnungen an den Kanten des Deckels geschmolzene Boraxsäure ab, die, wie es der Fall mit der Kiesel Erde beim Glühen des Kieselsalzes ist, durch das Wasser der Flamme abgeschieden ward. In dem Tiegel bleibt fluospathsaures Kali zurück, das an der Luft feucht wird, und dabei den Theil des Salzes unaufgelöst hinterläßt, der noch seine Fluoborsäure behalten hat. Schwefelsäure zerlegt es langsam und erst mit Hülfe der Wärme, anfangs wird Fluoborsäuregas entwickelt, dann geht concentrirte Fluoborsäure und Flußsäure über, und endlich bleibt saures schwefelsaures Kali zurück. Von Salzbasen wird dagegen dieses Salz nicht zerlegt, und es bietet in sei-

nem Verhalten zu ihnen, durchaus unerwartete Erscheinungen dar. So z. B. löst es sich im kauftischen Ammoniak nicht mehr als im Wasser auf, und wird die Auflösung durch Kochen gesättigt, so scheidet sich der Ueberschuss beim Erkalten unverändert wieder ab, krySTALLISIRT wenn es langsam geschieht, oder fällt als gelatinöses Pulver nieder, wenn man es beschleunigt. Das Ammoniak ist dabei so frei wie vorher. Enthält das Salz flusSPATHSAURES Kieselkali, so wird dieses unter Abscheidung von Kieselerde zerlegt und man erhält nach dem Erkalten der Flüssigkeit ein kieselFREIES flusSPATHSAURES Borkali. Durch Kochen mit kohlenSAUREM Kali oder Natron wird es ohne Entwicklung von Kohlensäure aufgelöst und schießt beim Erkalten der Auflösung unverändert aus derselben an; ja selbst das kauftische Kali zerlegt es nicht einmal, denn aus der durch Kochen gesättigten Auflösung schießt es wieder an. Diefes Verhalten gleicht hinsichtlich der Beständigkeit der Verbindung demjenigen, welches Davy bei der Verbindung von Ammoniak und Chlorphosphor entdeckte.

FlusSPATHSAURES Bor-Natron ist in Wasser leichter auflöslich als saures und neutrales flusSPATHSAURES Natron. Es schießt bei langsamen Erkalten der Lösung in großen, klaren, durchsichtigen, rechtwinkligen, vierseitigen Prismen an, welche, wenn sie zu Gruppen verwachsen, so dafs die Länge der Prismen nicht bemerkt wird, vollkommen den Würfeln des flusSPATHSAUREN Natrons gleichen. Diefes Salz hat einen schwach bitteren, etwas säuerlichen Geschmack und röthet stark Lackmuspapier. Es enthält kein KrySTALLwasser; wird von Alkohol aufgelöst, aber nicht

in großer Menge. Es schmilzt vor dem Glühen und die Krytalle behalten dabei ihre Durchsichtigkeit. Bei einer höheren Temperatur wird es zersetzt, giebt Fluorborfluorwasserstoffsäuregas und hinterläßt flussspathsaures Natron; zu einer vollkommenen Zersetzung ist jedoch eine anhaltende Hitze erforderlich.

Flussspathsaures Bor-Lithion aus dem Barytsalz bereitet, das durch schwefelsaures Lithion gefällt ward. Ist in Wasser leicht auflöslich, schmeckt wie das Natronsalz und schießt während einer langsamen Verdampfung bei $+40^{\circ}$ in großen prismatischen Krytallen an, deren Form ich nicht näher untersuchte. Das Salz wird an der Luft feucht und geht in den flüssigen Zustand über, setzt aber kleine rhomboëdrische, schwerlösliche Krytalle ab, die ich nicht weiter untersuchte.

Flussspathsaures Bor-Ammoniak. Vermischt man das Kalisalz mit Salmiak und erhitzt das Gemenge in einem Sublimationsgefäße, so wird wenig von dem ersteren zersetzt. Der größte Theil des Sublimates besteht aus Salmiak, gemengt mit flussspathsaurem Kieselammoniak, im Fall das Kalisalz flussspathsaure Kieselerde enthielt. Zur Darstellung dieses Salzes bedient man sich am Vortheilhaftesten der direkten Zusammensetzung. Vermischt man Boraxsäure mit einer neutralen Auflösung von flussspathsaurem Ammoniak, so wird die Säure sogleich aufgelöst, und *Ammoniak in Freiheit gesetzt*, was sich durch den Geruch zu erkennen giebt. War kein Ueberschuß von Boraxsäure zugesetzt, so bekommt man beim Verdampfen flussspathsaures (Bor-) Ammoniak. *Es ist ohne Zwei-*

fel merkwürdig, daß in diesem Falle die Boraxsäure gleich einer Base, Ammoniak zu entbinden vermag; aber so ist die Wirkung zusammengesetzter Affinitäten. Das trockne Salz sublimirt sich unverändert und ohne Rückstand, wenn es nicht einen Ueberschuß von Boraxsäure enthielt, der alsdann zurückbleibt. Der Sublimat zeigt keine Spur von KrySTALLISATION und ist auf den der Hitze zunächst liegenden Stellen geschmolzen und durchsichtig. Er löst sich leicht in Wasser auf und giebt beim Verdampfen der Lösung kleine prismatische KrySTALLE, die mit dem Kalisalze gleiche Gestalt zu haben scheinen, aber längere Prismen bilden. Das Salz schmeckt wie Salmiak, röthet Lackmuspapier und löst sich ziemlich leicht in Alkohol. Wird seine Auflösung mit Ammoniak gesättigt und dem freiwilligen Verdunsten überlassen, so verfliegt das Ammoniak und das beschriebene Salz schießt an.

Die Salze, welche man erhält, wenn *Ammoniakgas* von *Fluoborjäuregas* condensirt wird, und die von Gay-Lussac, so wie später ausführlich von J. Davy studirt wurden, gehören nicht zu dieser Reihe. Ich übergehe sie hier deshalb, und will nur noch erinnern, daß Thénard und Gay-Lussac gefunden haben, daß das von ihnen dargestellte Ammoniaksalz, dem Wasser ausgesetzt und darauf sublimirt, Boraxsäure hinterließ, wodurch sie die Art der Zusammensetzung dieser Säuren bestimmten *). Bei diesem Verfahren ging das Salz von einem wirklichen Fluoborat zu einem flusspathsauren Bor-Ammoniak

*) Recherches physico-chimiques II. 43.

über, aus einem ähnlichen Grunde wie wir es bei dem Fluosilicate gesehen haben.

Fluorspathsaures Bor-Baryt wird am Leichtesten dadurch erhalten, daß man so lange kleine Portionen von kohlensaurem Baryt in verdünnter Fluoborsäure auflöst, als diese noch ohne Rückstand aufgenommen werden. Setzt man kohlensauren Baryt in Ueberschuß hinzu, so wird das durch die Sättigung der Säure schon gebildete Salz zersetzt und es fällt ein schwerlösliches Fluoborat nieder. Wird die Auflösung verdampft, und enthielt sie einen Ueberschuß von Boraxsäure, so schießt letztere aus derselben zuerst an, und erst später bei einer dünnen Syrups-Consistenz der Lösung, krySTALLISIRT das Barytsalz. Durch Abkühlen der Lösung erhält man dieses in langen Nadeln, durch freiwilliges Verdunsten hingegen in rechtwinklig 4seitigen Prismen, welche nicht selten jene treppenförmigen Vertiefungen der KochsalzkrySTALLe zeigen. Das Salz reagirt sauer, schmeckt aber nicht so, sondern wie die Barytsalze im Allgemeinen. Bei $+ 40^{\circ}$ verliert es KrySTALLwasser und verwittert an der Oberfläche; löst sich jedoch ohne Trübung wieder in Wasser auf.

Von Alkohol wird es zersetzt, der ein saures Salz auflöst und ein pulverförmiges zurückläßt, dessen Zusammensetzung ich nicht untersucht habe. Durchs Glühen wird es zersetzt, giebt dabei anfangs flüssige, darauf gasförmige Fluoborsäure und hinterläßt fluospathsauren Baryt. Sein Gehalt an KrySTALLwasser ward durch Zusammenschmelzen mit Bleioxyd ausgemittelt, und es fand sich, daß derselbe 10,34 pr. C. betrug, dessen Sauerstoff also zweimal so viel aus-

macht als der der Baryterde, welche in dem Salze befindlich ist.

Flusspathsaure Bor - Kalkerde. Kohlen-saurer Kalk wird von Fluoborsäure aufgelöst, überläßt man aber die Lösung dem freiwilligen Verdunsten, so bekommt man Krystalle von Boraxsäure und einen gelatinösen Niederschlag, der flusspath-saurer Bor-Kalk ist. Man bekommt ihn auch, wenn künstlicher Flusspath mit Fluoborsäure behandelt wird; Verdunstet man die filtrirte saure Auflösung, so setzt sich das Angelöste eben so als eine gelatinöse Masse ab. Die Verbindung röthet Lackmuspapier, schmeckt sauer und wird von Wasser zersetzt, welches ein saureres Salz aufnimmt, gerade wie bei dem entsprechenden Kiesel-salze.

Flusspathsaure Bor-Talkerde. Ist ein im Wasser leicht auflösliches Salz, das während des Abdampfens in großen prismatischen Krystallen anschießt; schmeckt bitter, wie die Talkerdesalze im Allgemeinen.

Flusspathsaure Bor-Thonerde löst sich nur mittelst eines Ueberschusses an Säure in Wasser; bei langsamem Verdampfen der Flüssigkeit bekommt man es in Krystallen. Wird flusspath-saures Bor-Natron mit salzsaurer Thonerde vermischt, so entsteht ein Niederschlag von Thonerde mit weniger Flusspath-säure und Boraxsäure, während ein anderer Theil in der Flüssigkeit mit Ueberschuß an Fluoborsäure zurückbleibt. Das Gefällte schmilzt beim Glühen und giebt Fluoborsäure nebst Wasser. Der Rückstand scheint boraxsaure Thonerde zu seyn.

Flussspathsaures Bor - Yttererde ist nur bei Ueberschne von Säure in Wasser löslich und kann durchs Verdampfen dieser Auflösung in Krytallen dargestellt werden.

Die Salze der übrigen Erden habe ich nicht untersucht. Von den der Metalle habe ich nur die Blei-, Kupfer- und Zinkoxydsalze dargestellt.

Flussspathsaures Bor - Bleioxyd wird erhalten, wenn Fluoborsäure so lange mit kohlensaurem Bleioxyde in kleinen Portionen gesättigt wird, bis daſe ein Niederschlag entsteht. Die Flüssigkeit wird bei gelinder Wärme bis zur Syrups - Consistenz verdampft und alsdann zum Erkalten hingestellt, worauf das Salz in langen prismatischen Nadeln anschießt. Bei langsamer Verdampfung an freier Luft gelingt die Krytallisation auſerſt ſchwer; es bilden ſich kurze, wie es ſcheint rechtwinklige vierſeitige Prismen oder Tafeln, denen gleich, welche das Barytsalz zeigt. Das Salz ſchmeckt ſüß und zuſammenziehend, hintennach etwas ſäuerlich. Vom Waſſer wird es zerſetzt, welches ein ſaures Salz auflöſt und ein baſiſches zurüchläſet. Eben ſo wird es vom Alkohol zerſetzt. Wenn man es mit Bleioxyd erhitzt, ſo bekommt man, durchaus ſo wie bei den Kieſelſalzen, eine ſehr leicht ſchmelzbare baſiſche Verbindung, von welcher Waſſer ein baſiſches Bleiſalz auflöſt, deſſen Auflöſung durch die Kohlenſäure der Luft zerſetzt wird.

Flussspathsaures Bor - Zinkoxyd wurde durch Auflöſung von Zinkſpänen in Fluoborsäure, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft, dargestellt. Als die Gasentwicklung aufhörte, ward die Auflöſung verdampft, die endlich eine ſyrupsdicke Salzmaſſe gab,

welche nach dem Erkalten gestand und an der Luft zerfloß.

Flussspathsaures Bor - Kupferorsyd erhält man, wenn das Barytsalz mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer gefällt, dann filtrirt und abgedunstet wird. Erst nach dem Eindampfen zur Syrupsconsistenz schießt es an und gesteht darauf zu einer in Nadeln krySTALLisirten Masse von hellblauer Farbe, die sogleich an der Luft feucht wird.

Das Angeführte dient nur dazu die Existenz dieser Art von Salzen an den Tag zu legen. Den Charakter eines jeden einzelnen zu kennen, gehört, obgleich es nicht ohne Interesse ist, dennoch zu dem minder Wichtigen.

Ich komme nun zu der Untersuchung der Zusammensetzung derjenigen Verbindungen, für welche die Kenntniß der Sättigungscapacität der Boraxsäure unentbehrlich ist.

In den chemischen Tabellen habe ich den Sauerstoffgehalt der Boraxsäure zu 74,17 pr. C. angegeben und ihre Sättigungscapacität zu 57,085. Diese Zahlen gründen sich auf eine Analyse des *boraxsauren Ammoniaks* und der *krySTALLisirten wasserhaltigen Boraxsäure*, welche ich in den Afhandling. i Fysik etc. V. p. 444 beschrieben habe. Die Analysen des boraxsauren Bleioxydes und der boraxsauren Baryterde gaben mir nie übereinstimmende Resultate, weshalb ich bei der angeführten Analyse des Ammoniaks verbleiben zu müssen glaubte. Spätere von L. Gmelin und A. Arfvedson angestellte Analysen ließen mich jedoch die Richtigkeit dieser Bestimmungen bezweifeln, und ich versuchte daher, ein boraxsaures Am-

moniak von der Zusammensetzung wieder darzustellen, wie ich es früher analysirt hatte. Allein ich erhielt stets andere Resultate, was mich auf die Vermuthung brachte, daß bei meiner ersten Analyse in Aufzeichnung des Gewichtes von dem zur Probe angewandten Salze ein Irrthum begangen worden sey.

Bei der Analyse der natürlichen boraxsauren Talkerde, die Hr. Arfvedson vor einigen Jahren anstellte *), nahm er eine Untersuchung über die Zusammensetzung verschiedener boraxsauren Salze vor, in der Absicht diesen Gegenstand zu berichtigen; er erhielt aber dabei eine solche Menge variirender Resultate, daß er dieses Unternehmen unvollendet ließ. Er hat die Güte gehabt mich freien Gebrauch von seinen Resultaten, zum Behufe dieser Arbeit, machen zu lassen, welche dadurch ansehnlich verkürzt worden ist, da zu dem, was damals verwickelt schien, jetzt der Leitfaden gefunden ist, und die scheinbaren Anomalien sich mit den chemischen Gesetzen in Uebereinstimmung bringen lassen.

Hr. Arfvedson analysirte das boraxsaure Natron (Borax) auf die Weise, daß er das geschmolzene Salz entweder mit feingeriebenem Flußspath oder mit flußspathsaurem Baryt mengte und das Gemenge darauf durch Schwefelsäure zersetzte. Die Boraxsäure entwich mit der Flußspathsäure, und aus der rückständigen Masse ward durch Wasser schwefelsaures Natron ausgezogen, welches nach dem Abdampfen und Glühen, den Gehalt an Natron lieferte. In ei-

*) K. Vetensk. Acad. Handl. 1822. p. 92, daraus in N. Schweigg. J. VIII. 7.

nem dieser Versuche fand er 0,308 und in dem andern 0,314 von dem Gewichte des Salzes an Natron; der Verlust ward als Boraxsäure berechnet.

Reine Flußspathsäure statt der genannten flußspathsauren Salze angewandt, leistet dasselbe und macht überdies den Versuch viel einfacher; ich zersetzte daher ein gegebenes Gewicht von geschmolzenem Borax in einem gewägten Platintiegel, durch eine Mischung von Flußspathsäure und Schwefelsäure. 2,654 Grm. geschmolzenen Boraxes gaben auf diese Art 1,853 Grm. an schwefelsaurem Natron. Hienach besteht der Borax aus: Boraxsäure 69,173 und Natron 30,827, welches so nahe mit einem der Versuche des Hrn. Arfvedson übereinstimmt, als man es nur erwarten kann.

Da der Borax viel Wasser enthält, welches er nicht leicht fahren läßt, so schien mir eine genaue Bestimmung dieses Wassergehaltes dem Resultate der Analyse die größtmögliche Schärfe geben zu können. Ich schmelzte daher zuerst den Borax um die organische Materie zu zerstören, mit der er oft verunreinigt ist, und ließ ihn darauf wieder krySTALLISIREN. Nach 24 stündigem Trocknen auf Filtrirpapier, wurden die KryStalle zu Pulver zerrieben, damit sie kein mechanisch eingeschlossenes Wasser behielten, alsdann eine Stunde lang der freien Luft ausgesetzt, und nun ein gewägtes Quantum ganz allmählig in einem Platintiegel mit der Vorsicht erhitzt, daß die Masse nicht ins Kochen kam, worauf sie zuletzt mit Leichtigkeit in glühenden Fluß gebracht ward. Ich stellte drei Versuche mit dem nämlichen Pulver an und zwar nach Zwischenzeiten von 6 und 12 Stunden, um aus-

zumitteln, in wiefern der Wassergehalt des Salzes durch Verwittern geändert würde. In allen diesen Versuchen wurden von 10 Gramm gepulverten Boraxes 5,29 Grm. an geschmolzenem Salz erhalten. Der Wassergehalt beträgt daher 47,1 pr. C, und das Wasserhaltende Salz besteht folglich nach diesen Versuchen aus:

Boraxsäure	36,59		
Natron	16,31	Sauerstoff	4,1715
Wasser	47,10	"	41,889

Es ist klar, daß der Sauerstoffgehalt des Wassers hier 10mal so groß ist als der der Base. Wenn nun was mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, die Menge des Wassers sich mit größerer Genauigkeit bestimmen läßt, als die des Natrons, so wird man die letztere mit um so größerer Sicherheit nach der ersteren berechnen können, als aus einem Fehler im Wassergehalt, nur $\frac{1}{10}$ desselben für den Natrongehalt entspringt, und darnach ergibt sich für die Zusammensetzung des krystallisirten Boraxes:

Boraxsäure	36,5248	.	.	100,0000
Natron	16,3753	.	.	44,8336
Wasser	47,1000			

Diese 44,8336 Natron enthalten 11,4684 Sauerstoff, welche Zahl die Sättigungscapacität der Boraxsäure in allen mit dem Boraxe proportionalen Salzen bezeichnet. Die Säure muß nun den Sauerstoff in einem gewissen Multiplum von 11,4684 enthalten; das Dreifache dieser Zahl wäre 34,4052 und stimmte mit dem von Gay-Lussac und Thenard gefundenem

Verhältnisse überein, nach welchem die Boraxsäure $\frac{1}{4}$ ihres Gewichtes an Sauerstoff enthalten soll. Die von Davy gefundene Zahl, nämlich 68 pr. C. macht dagegen fast genau das 6fache der Sättigungscapazität aus.

Hrn. Arfvedsons Versuche die Sättigungscapazität der Boraxsäure für andere Verbindungsstufen zu bestimmen, um dadurch auszumitteln, in welchem Multiplum beim Borax der Sauerstoff der Boraxsäure zu dem des Natrons steht, haben eine Mannichfaltigkeit in den Verbindungsgraden zu erkennen gegeben, welche anfänglich in der That verwirrend war, die aber, wie wir bald sehen werden den besten Beweis über die Zusammensetzung dieser Säure geben.

Hr. Arfvedson hat nicht weniger als drei verschiedene Verbindungsstufen zwischen der Boraxsäure und dem Ammoniak analysirt, und folgende Resultate erhalten:

	— 1 —	— 2 —	— 3 —
Boraxsäure	64,0 . .	63,34 . .	55,95
Ammoniak	7,9 : .	12,88 . .	21,55
Wasser	23,1 . .	23,78 . .	22,50

In diesen ist die Boraxsäure mit Quantitäten von Ammoniak verbunden, die in andern Basen nahe den Sauerstoffmengen entsprechen: 5,734; 11,468; 17,202, also wie 1 : 2 : 3. In dem älteren Versuche, welchen ich vorhin anführte, hatte ich gefunden:

		berechnet
Boraxsäure	37,93 . .	39,8
Ammoniak	30,31 . .	29,4
Wasser	34,73 . .	30,8

welches sich wieder dem Verhältnisse nähert, nach welchem der Sauerstoff der Base 34,4 ist, d. h. ein Sextuplum des niedrigsten Verbindungsgrades. Ich führe dieses an, obgleich es mir nicht gelang, ein so zusammengesetztes Salz wieder hervorzubringen; denn wenn ich das Salz aus einer Ammoniak in Ueberschuss haltenden Flüssigkeit anschliessen liess, erhielt ich stets ein Salz von der Zusammensetzung des ersten der angeführten Salze, d. h. ein solches mit dem Minimum des Ammoniakgehaltes. Eben so wenig glückte es Hrn. Arfvedson die beiden andern Salze wieder zu erzeugen; ihre Bildung scheint demnach auf einem Umstand zu beruhen, der noch erst aufgefunden werden muss, und wenn dies gelänge, wäre es vielleicht auch möglich das Salz darzustellen, dessen Analyse ich so eben anführte.

Bei der Analyse der *natürlichen boraxsauren Talkerde* fand Hr. Arfvedson die Sättigungscapacität der Säure zu 16,83, d. h. nahe zu 17,2. Im krySTALLISIRTEN boraxsauren Kali, bereitet aus Boraxsäure und kohlensaurem Kali, betrug die Sättigungscapacität der Säure 5,7, und als wasserfreie Boraxsäure mit einer gewägten Menge von kohlensaurem Kali zusammengeschnelzt und der Verlust an kohlensaurem Gas bestimmt ward, fanden sich 100 Thl. Boraxsäure mit 139 Thl. Kali verbunden, dessen Sauerstoff 23,51 beträgt. Bei ähnlichen Versuchen mit Natron hatten sich 100 Th. Säure mit 135,5 Th. Natron vereinigt, welches 34,66 Sauerstoff enthält. Diese Versuche gaben also folgende Sättigungscapacitäten:

- 5,734 in den Biboraten von Kali und Natron,
 11,468 im Borax und im neutralen boraxsauren Ammoniak,
 17,202 im Boracit und im boraxsauren Ammoniak,
 22,93 im basisch boraxsauren Kali,
 34,40 im basisch boraxsauren Natron und Ammoniak.

Vergleichen wir diese Zahlen, so finden wir, daß sie Multipla der niedrigsten sind, mit 2, 3, 4 und 6. Wäre nun der Sauerstoffgehalt der Boraxsäure 34,4, was mit der Angabe der französischen Chemiker übereinstimmt, so machte das boraxsaure Kali, welches hier die 4te Stelle einnimmt, eine Ausnahme von der Regel, nach der der Sauerstoff des einen Oxydes das Multiplum einer ganzen Zahl von dem Sauerstoffe des anderen Oxydes seyn soll. Dieser Umstand scheint daher zu beweisen, daß die Boraxsäure mehr Sauerstoff enthalten muß.

Es bieten sich zur Bestimmung der Zusammensetzung dieser Säure zwei Wege dar, nämlich die Erforschung des relativen Verhältnisses, in dem sich Boraxsäure und Flußspathsäure mit einander verbinden und die directe Synthese durch Oxydation des Borons.

Zu der ersteren schien mir vor Allem die Analyse des flußspathsauren Bor-Kali und des flußspathsauren Bor-Barytes paßlich zu seyn. Die große äußere Aehnlichkeit des ersteren mit dem entsprechenden Kieselalze, ließ vermuthen, daß die Atomenzahl in beiden die nämliche sey, d. h. daß die Base mit 3 Atomen Flußspathsäure und einer Quantität von Boraxsäure in Verbindung stehe, deren Sauerstoffmenge doppelt so groß sey, als die der Base.

100 Thl. Barytsalz mit Bleioxyd, bei einer höheren Temperatur zersetzt, verloren 10,5 Th. Wasser; 100 andere Theile desselben Salzes gaben 67,2 Thl. schwefelsauren Baryt, entsprechend 44,10 pr. C. Baryterde.

150 Th. des Kalisalzes, durch Schwefelsäure in einem gewägten Platintiegel zersetzt, hinterließen 103,8 Thl. an schwefelsaurem Kali, entsprechend 37,417 pr. C. Kali. Nehmen wir nun an, der Sauerstoffgehalt der Boraxsäure sey 34,4 und der Sauerstoffgehalt der beiden Säuren in der Fluoboräure unter sich gleich, so folgt, indem sich 3 Atome des neutralen flussspathsauren Salzes mit 2 Atomen Fluoboräure verbinden, daß das Barytsalz, mit einem Wassergehalt, dessen Sauerstoff 2 mal so viel beträgt, als der der Base, 44,16 pr. C. Baryterde enthält, und das Kalisalz, ohne Wassergehalt, 37,42 pr. C. Kali. Dieses Verhältniß schien mithin vollkommen bestätigt zu seyn.

Als ich darauf versuchte Boron zu oxydiren, bekam ich jedoch, wie ich weiterhin anführen werde, stets einen größeren Sauerstoffgehalt, und obgleich sich der Ausschlag niemals gleich blieb, so ging doch sichtlich daraus hervor, daß die Boraxsäure mehr als 34,4 pr. C. Sauerstoff enthalten mußte. Man sieht leicht, daß wenn in der Boraxsäure 68,81 pr. C. Sauerstoff vorhanden sind und die angeführten Doppelsalze eine solche Zusammensetzung haben, daß die Flussspathsäure 4 mal und die Boraxsäure 3 mal so viel Sauerstoff als die Basis enthält, der procentische Gehalt an Basis in beiden Fällen fast durchaus gleich wird. Es ist daher unmög-

lich, durch Bestimmung der Menge der Basis auszumachen, welcher von diesen Fällen der rechte ist. Ueberdies kann auch nicht die Menge der Flussspathsäure ausgemittelt werden, denn einmal mit Boraxsäure vereinigt, ist sie auf keine solche Weise von dieser zu trennen, daß sich die beiden Säuren nach ihrem relativen Gewichte bestimmen ließen. Es blieb daher nur allein die Synthese übrig.

Ich nahm zuvörderst an, daß die flussspathsauren Bor-Salze aus einer gleichen Anzahl von Atomen, wie die entsprechenden Kieselalze zusammengesetzt seyn, daß die Boraxsäure 34,5 pr. C. Sauerstoff enthalte und daß dieser Gehalt 3 Atome repräsentire, und wogte darauf nach diesem Verhältnisse trocknes Bicarbonat von Kali und trockne krystallisirte Boraxsäure ab, welche letztere nach meinem älteren Versuche eine solche Quantität Wasser enthält, daß deren Sauerstoffmenge zwei Mal so viel beträgt als die, welche in der Boraxsäure angenommen ist. Beide wurden in Wasser aufgelöst, die Auflösung mit Flussspathsäure vermischt, bis daß sie scharf sauer schmeckte, und nach Absetzung des Doppelsalzes filtrirt und zu einem geringeren Volumen eingedampft. Darauf theilte ich sie in zwei Theile und versetzte den einen mit Fluoborsäure, den andern aber mit flussspathsaurem Kali. Der erstere blieb indeß klar, zum Beweise, daß alles Kali in Doppelsalz verwandelt war, und der andere kam durch Bildung von Doppelsalz zum Gestehen, zum Beweise, daß er Boraxsäure in Ueberschuß enthielt, und daß das Kali in dem Doppelsalze mit nicht so vieler Boraxsäure verbunden war, als die obige Rechnung voraussetzte.

Ich machte mit, auf Wahrscheinlichkeiten gestützt, von denen ich weiterhin reden werde, die Annahme, es könne die Boraxsäure 5 Atomen Sauerstoff enthalten, oder derselbe 57,4 pr. C. ihres Gewichtes betragen, d. h. das 5fache ihrer Sättigungscapacität im Borax. Aus der bloßen Zusammenrechnung zeigte es sich aber bald, daß kein in diesem Falle mögliches Verhältniß mit der Quantität der Base übereinstimmte, welche der Versuch lieferte.

Endlich setzte ich voraus, es seyen 68,81 pr. C. Sauerstoff in der Boraxsäure vorhanden, es kämen 6 Atome des ersteren auf 1 Atom Boron, und es enthalte in dem Doppelsalze die Boraxsäure 3 mal so viel Sauerstoff als die Base, oder was dasselbe ist, es sey die erstere mit 3 mal so viel Flußspathsäure verbunden als die letztere.

Deshalb wogte ich zu dem Gewichte eines Atomen vom Bicarbonat des Kali = 250,6, eine Quantität von krytallisirter Boraxsäure ab, die in der gemachten Voraussetzung einem Atome entsprach, also 154,66, versetzte beide mit Flußspathsäure und behandelte sie auf die oben genannte Weise. Die durch Verdampfen concentrirte Flüssigkeit ward in 3 Theile getheilt, von welchen ich zwei auf überschüssiges Kali oder Boraxsäure prüfte, ohne indeß eine Spur davon entdecken zu können, und den dritten im Wasserbade verdampfte, wodurch er bis auf den letzten Tropfen flußspathsaures Bor-Kali gab. Dies war folglich das richtige Verhältniß.

Aus dem Angeführten geht also sowohl die Zusammenetzung der Boraxsäure als der Fluoborsäure

und der flusspathsauren Bor-Salze hervor, und zwar wie folgt:

Die *Boraxsäure* enthält 6 mal so viel Sauerstoff als das Natron, mit dem sie im Boraxe vereinigt ist, d. h. enthält 68,8104 pr. C. Sie kann mit Basen in solchen Verhältnissen verbunden werden, daß ihr Sauerstoff 12, 6, 4, 3, und 2 mal so viel beträgt als der Sauerstoff der Basen, und wenn die zwei ersten Verbindungen diejenigen sind, welche vorzugsweise gebildet werden, so ist mit vielem Grund zu glauben, daß die Boraxsäure 6 Atomen Sauerstoff enthalte und daß die Salze, deren Zusammensetzung mit der des Boraxes proportional ist, *neutrale Borate* seyen. In diesem Falle wiegt ein Atom *Boron* = 271,96 und ein Atom *Boraxsäure* = 871,96, welche letztere das Zeichen B bekommt. Die procentische Zusammensetzung der Boraxsäure ist:

Boron	31,1896	.	.	100,00
Sauerstoff	68,8104	.	.	220,62

Die krySTALLisirte Boraxsäure enthält nach meinen älteren Versuchen *) 44 pr. C. Wasser, von dem sie die Hälfte verliert, wenn man sie bei einer Temperatur von $+100^\circ$ verwittern läßt, und die zweite Hälfte wenn sie mit einer andern Basis verbunden wird. Es folgt daraus, daß die Boraxsäure in zwei Verhältnissen mit Wasser vereinigt werden könne, und daß in dem einen das Wasser halbsoviel, in dem andern aber gleichviel Sauerstoff enthalte wie die Boraxsäure.

*) Afhandl. i Fysik etc. V. p. 444 und daraus in Schweigg. J. XXI. p. 315.

Ein Atom krySTALLisirter Boraxsäure wiegt daher 154,657 und ein Atom verwitterter 120,927. Die

Zeichen beider Verbindungen sind $\overset{\cdot\cdot\cdot}{B} + 3Aq$ und $\overset{\cdot\cdot\cdot}{B} + 6Aq$ und die procentische Zusammensetzung:

Boraxsäure 1 At. = 72,1 ; 1 At. 56,38

Wasser 3 At. = 27,9 ; 6 At. 43,62

Die *Fluobor*säure besteht, wenn man die Flussspathsäure als eine Sauerstoffsäure betrachtet, in einem solchen Verhältnisse aus beiden Säuren, daß die Menge des Sauerstoffes in beiden gleich ist, d. h. aus einem Atome Boraxsäure und 3 Atomen Flussspathsäure. Ihr Zeichen ist $= B \overset{\cdot\cdot\cdot}{F}^3$ und ihre Zusammensetzung nach Procenten:

Flussspathsäure 47,942

Boraxsäure 52,058

Wird Fluobor säuregas von Wasser bis zur verdünnten Auflösung absorbiert (bei der sehr concentrirten scheint das Verhalten anders zu seyn) so wird $\frac{1}{2}$ der Boraxsäure in Freiheit gesetzt, und ist das Wasser nicht hinreichend sie aufgelöst zu behalten, so krySTALLISIRT ein Theil derselben aus der Flüssigkeit. Die hierbei sich bildende Verbindung besteht aus einem Atome wasserhaltiger Flussspathsäure und einem Atome Fluobor säure, hat folglich das Zeichen $= Aq^2 \overset{\cdot\cdot\cdot}{F} + B \overset{\cdot\cdot\cdot}{F}^3$.

Die *flussspathsauren Bor-Salze* werden gebildet, wenn in dieser Verbindung das Wasser durch irgend eine andere Basis ersetzt wird, und sie sind so zusammenge setzt, daß die Basis in ihnen mit 4 mal so

viel Flusspathsäure verbunden ist, als in dem neutralen Salze und mit einer Quantität Boraxsäure, deren Sauerstoff dreimal so viel beträgt als der der Basis. Die Formel für die Zusammensetzung dieser Salze ist, wenn R das Radical bezeichnet: $\ddot{R}\ddot{F} + \ddot{B}\ddot{F}_3$ und $R^2\ddot{F}_2 + 3\ddot{B}\ddot{F}_3$. Beim Vergleichen dieser Formeln mit denen der entsprechenden Kieselverbindungen, findet man leicht, daß die Anzahl der Atome nicht gleich ist, und daß in den Boraxsalzen die Base ein Atom Flusspathsäure mehr aufnimmt, als in den Kieselsalzen.

Es bleibt jetzt nur noch übrig diesen Bestimmungen die letzte Bekräftigung zu geben, die nämlich, das Boron in Säure zu verwandeln und die Quantität des dabei gebunden werdenden Sauerstoffes zu bestimmen.

Zersetzung des Fluobor Säuregases durch Kalium. Fluobor Säuregas, in einem Glasgefäße aus Boraxsäure, Flusspath- und Schwefelsäure bereitet, wurde 24 Stunden lang der Berührung mit krySTALLisirter Boraxsäure ausgesetzt, um es von flusspathsaurer Kiesel-erde zu befreien, und dann mit Bleisuperoxyd behandelt um schwefligsaures Gas fortzuschaffen. In dem so gereinigten Gase wurde Kalium erhitzt, auf dieselbe Weise wie in flusspathsaurer Kiesel-erde. Im Anfange ward es schwarz, bedeckte sich mit einer dicken Kruste, und als diese endlich sprang, entzündete sich das Metall und brannte mit röthlicher Flamme. Die gebrannte Masse entwickelte, mit Wasser behandelt, noch ein wenig Wasserstoffgas und war sehr schwer auszuwaschen. Das auf diese Art erhaltene

Borax ward im luftleeren Raum durch Erhitzung bis zum anfangenden Glühen getrocknet und darauf 5 Centigramm. desselben in Salpetersäure gelöst, wobei 2 Centigramm. Silicium zurückblieben. Die Auflösung hatte eine gelbe Farbe, welche durch einen neuen Zusatz von Salpetersäure und abermaliges Sieden nicht zerstört werden konnte. Verdampft und bis zum Schmelzen der Boraxsäure mit Verhütung des Spritzens erhitzt, wog die Masse 5 Centigrammen, nach welchem Versuch der Sauerstoffgehalt der Boraxsäure nur 40 pr. C. betragen würde.

Da das auf diese Art erhaltene Boron sehr unrein war, so bereitete ich anderes von geschmolzener und gepulverter Boraxsäure, welche in einem kleinen wohl bedeckten Eisentiegel, der in einem Platintiegel stand, mittelst Kalium bei der Glühhitze reducirt ward. Das Boron war auch diesmal schwer auszuwaschen, und dazu kam noch der Umstand, daß es sich in dem Maasse als das Salz von ihm abgeschieden würde, mit dem Wasser vermischt und durchs Filtrum ging; es ward zuletzt so viel Boron vom Wasser aufgenommen, daß eine klare gelbe Flüssigkeit durchs Papier lief. Um dieser Auflösung zuvorzukommen, wusch ich das Boron zuerst mit einer Auflösung von Salmiak und darauf mit Alkohol um den Salmiak wegzunehmen. Nach dem Trocknen wurde es im luftleeren Raume erhitzt, um es von Feuchtigkeit völlig zu befreien. In Salpetersäure aufgelöst gab es eine höchst geringe Spur von Silicium; aber die Auflösung wurde gelb, wiewohl weniger gefärbt als vorlier. 3 Centigramm. dieses Borons mit einer Auflösung von salzsaurem Golde digerirt, gaben 0,298 Grm. reducir-

ten Goldes, dem 54,5 pr. C. Sauerstoff in der Boraxsäure entsprechen. 6 Centigramm. dasselben Boron in Salpetersäure aufgelöst, und die Auflösung mit einem bestimmten Gewichte Bleioxyd übersättigt, zur Trockne verdampft und in einem gewägten Platintiegel so lange geglüht, als die Masse noch am Gewichte verlor, gaben 0,142 Grm. Boraxsäure im Bleioxyde, wornach die Boraxsäure 57,75 pr. C. Sauerstoff enthalten würde. Da dieses Resultat mit dem des vorigen Versuchs nahe übereinstimmt, und nach beiden in der Boraxsäure ungefähr 5 mal so viel Sauerstoff als im Natron vorhanden sind, so ward dadurch die früher erwähnte Meinung veranlaßt, es sey dies die wahre Zusammensetzung der Boraxsäure.

Ich bereitete nun eine neue Portion Boron auf die Art, daß ganz reines flusspathsaures Borkali in einem Eisentiegel mit Kalium gemengt und reduziert ward. Hiedurch erhält man Boron am leichtesten und mit dem geringsten Verlust an Kalium, aber das Produkt ist schwerer auszuwaschen, da es unzersetztes und geglühtes flusspathsaures Borkali enthält, das nur durch ein lang anhaltendes Ausfüßen mit kochender Salmiaklösung weggenommen werden kann. Kaustisches Ammoniak im Wasser vermehrt nicht die Auflöslichkeit des Doppelsalzes und eben so wenig wird es durch Salzsäure leichter löslich. Nach dem Ausglühen dieses Borons in Wasserstoffgas, wobei Feuchtigkeit und Fluoborsäure entweichen, wurde es wiederum mit Wasser ausgewaschen, in welchem es sich jetzt nicht mehr auflöst. Nach völligem Auswaschen ward es im luftleeren Raume erhitzt, darauf in einen kleinen gewägten Glasapparat gebracht und

in einem Strome von Sauerstoffgas erhitzt. Es verglimmte mit ausgezeichnete Lebhaftigkeit, und eine grüne Flamme schwebte über der Masse, zum Beweise, daß sich Wasserstoffgas entwickelte. Das dadurch gebildete Wasser wurde in einer mit salzsaurem Kalke gefüllten Röhre aufgefangen, wog aber nur 0,003 Grm. Das überschüssige Sauerstoffgas wurde in Kalkwasser geleitet und trübte dieses, zum Zeichen, daß Kohlensäure gebildet worden war. Die Masse hatte um 0,056 Grm. an Gewicht zugenommen, sonst aber ihre Farbe und ihr pulverförmiges Ansehen beibehalten. Mit Wasser ausgezogen blieben 0,017 Grm. Boron ungelöst zurück, so daß sich 0,035 Grm. Boron mit 0,056 Grm. Sauerstoff verbunden hatten und nach diesem also die Boraxsäure 61,5 pr. C. Sauerstoff enthalten würde. Erwägt man nun, daß in dem angewandten Boron sich eine kleine unbestimmte Menge Kohle befand, von welcher beim Verbrennen die Kohlensäure herrührte, so sieht man, daß der Sauerstoffgehalt eigentlich noch größer ausgefallen wäre. Ich halte es für wahrscheinlicher, daß die gelbe Farbe, welche die Auflösung des Borons in Salpetersäure annimmt, von einem Kohlengehalte des Kaliums herrührt, da letzteres, wie ich schon früher anführte *), nach der von mir zu seiner Darstellung angewandten Methode, vielleicht nicht vollkommen frei von Kohle erhalten werden kann, und daß jene gelbe Farbe vom sogenannten künstlichen Gerbestoff entsteht.

Ogleich es nicht möglich zu seyn scheint, das Boron in einem so absolut reinen Zustand darzustellen

*) In diesen Annalen Bd. 77. p. 210. (P.)

len, daß die Zusammensetzung der Boraxsäure dadurch sicherer bestimmt werden könnte, als durch den vorher angeführten indirecten Weg, so halte ich dennoch diese synthetischen Versuche für hinreichend, um mit völliger Gewißheit entscheiden zu können, welche von den zwei möglichen, aus ihren Sättigungscapacitäten abgeleiteten, Zusammensetzungen der Boraxsäure die richtige sey, zumal noch hinzukommt, daß die gefundene Zusammensetzung der Fluoborssäure mit keinem anderen Sauerstoffgehalte bei der Boraxsäure übereinstimmt.

Boraxsäure und flußspathsaure Kiesel Erde. Es ist bekannt, daß krySTALLisirte Boraxsäure die gasförmige flußspathsaure Kiesel Erde absorbiert, und daß wasserfreie Boraxsäure letztere durchaus unverändert läßt. Ich hielt es für wahrscheinlich, daß eine Verbindung von flußspathsaurer Kiesel Erde mit flußspathsaurer Boraxsäure bestehen könnte und ließ deshalb gasförmige flußspathsaure Kiesel Erde durch eine gewogene Portion krySTALLisirter Boraxsäure absorbieren, so lange als letztere noch solche aufnahm. Der Sicherheit wegen wurde sie noch 48 Stunden im Gase gelassen, nachdem schon alle Absorption beendet war. 100 Thl. Boraxsäure hatten dabei 129,02 Th. flußspathsaurer Kiesel Erde eingesogen.

Die krySTALLisirte Boraxsäure enthält 56,38 Theile wasserfreier Säure, deren Sauerstoff 38,38 beträgt, und 129,02 Thl. flußspathsaurer Kiesel Erde enthalten 52,9 Thl. Flußspathsäure, deren Sauerstoff 39,5 ist. Der Ueberschuß auf dieser Seite rührt daher, daß das Gefäß mit Boraxsäure beim Wägen, vor dem Versuche atmosphärische Luft und nach demselben fluß-

spathsaures Kieselgas enthält, welches schwerer als die Luft ist. Da der so dargestellte Körper an der Luft nicht rauchte, so erhellt daraus, daß er kein Gemenge von Fluoborsäure mit Kieselerde ist, sondern als eine wirkliche Verbindung betrachtet werden muß, in welcher die Fluospathsäure zwischen der Boraxsäure und Kieselerde gleichmäßig vertheilt ist. Wasser zersetzt dieselbe und scheidet Kieselerde ab, aber nicht sämtliche, denn aus der Auflösung fällt Ammoniak eine neue Portion Kieselerde. Wäre diese Auflösung wohl als fluospathsaure Bor-Kieselerde zu betrachten? Ich löste die gesättigte Verbindung in Wasser auf, wusch die unaufgelöste Kieselerde so lange, als das durchgehende Wasser sauer reagirte, und glühte sie darauf. Sie wog genau $\frac{1}{4}$ von dem ganzen Quantum der Kieselerde, welches die Boraxsäure aufgenommen hatte, woraus zu folgen scheint, daß sich eine fluospathsaure Bor-Kieselerde von analoger Zusammensetzung mit den übrigen Doppelsalzen in der Flüssigkeit aufgelöst habe, welche stark durch Ammoniak gefällt wurde. Doch muß ich hinzufügen, daß die Kieselerde während des Glühens stechende saure Dämpfe anstiege, was vermuthen läßt, daß der Niederschlag gleich dem Aufgelösten ein Doppelsalz, jedoch von andern Verhältnissen gewesen ist.

Es bleibt mir nun noch übrig, zur Prüfung der oben angeführten Zahl mit ihr die Versuche John Davy's über die Verbindungen des Fluoborsäuregases mit Ammoniak zu vergleichen. Er fand nämlich, daß sich ersteres mit dem Ein-, Zwei- und Dreifachen seines Volum von dem letzteren verbindet und eigene Doppelsalze hervorbringt. Nach dem specifischen

Gewichte, welches er für das Fluoborensäuresalz fand, enthalten 100 Th. desjenigen Salzes, welches durch die Vereinigung gleicher Volumina entsteht:

Ammoniak	.	.	.	19,64
Fluorspathsäure	38,52	}		30,36
Boraxsäure	41,84			

Dieser Fluorspathsäure-Gehalt beträgt fast genau 3 mal so viel, als erfordert wird um mit dem Ammoniak ein neutrales Salz zu bilden. Kommt Wasser hinzu, so wird fluorspathsaures Bor-Ammoniak und boraxsaures Ammoniak gebildet. Das zweite dieser Salze muß $1\frac{1}{2}$ mal die Quantität Fluorspathsäure enthalten, welche zur Sättigung des Ammoniaks erforderlich ist, und das dritte enthält dieselbe gerade in dem Verhältnisse, wie das neutrale Ammoniaksalz.

Fluoborate. Mit diesem Namen will ich solche Doppelsalze bezeichnen, in welchen die Boraxsäure und Fluorspathsäure mit *einer* Basis verbunden sind. Ich glaube bemerkt zu haben, daß sie gebildet werden, wenn die vorhergehenden mit der Basis gesättigt werden, und daß sie in mehreren Verhältnissen zwischen Fluat und Borat bestehen können. Ich habe indessen keines von ihnen näher untersucht; denn die Schwierigkeiten ihrer genauen Analysen schienen mir nicht im Verhältnisse mit dem geringeren Interesse zu stehen, das diese Verbindungen für jetzt haben.

Darstellung des Boron, und einiger Eigenschaften dieses Körpers.

Ohne Zweifel besteht die leichteste und lohnendste Art Boron zu erhalten darin, daß man durch Kalium die Verbindung der Boraxsäure mit Fluorspath-

säure und einem Alkali zersetzt. Die Boraxsäure für sich bekommt man nicht so wasserfrei, daß nicht viel Wasser, selbst nach langem Schmelzen, zurückbliebe, und sie während der Zerpulverung neue Portionen desselben wieder aufnahm; dies ist die Ursache der heftigen Detonation, womit die Boraxsäure reducirt wird und Theile der Masse aus dem Gefäße geschleudert werden. — Ist dagegen flußspathsaures Borkali hinreichend getrocknet, so entsteht fast kein hörbarer Laut in dem Augenblicke der Reduction, und man kann für jeden Atom Kalium die Menge Boron erhalten, welche es geben muß. Diese Operation hat indeß die Unbequemlichkeit, daß das flußspathsaure Borkali, welches unzersetzt bleibt, nur durch ein langwieriges Auswaschen weggeschafft werden kann. Durch Anwendung von Natrium und flußspathsaurem Bornatron möchte dieser Umstand völlig gehoben werden können.

Man hat die Masse, welche nach dem Ausfüßen des verbrannten Boron mit Wasser zurückbleibt, als ein-Oxyd von Boron betrachtet. Bei der Vergleichung, die ich damit anstellte, habe ich keinen Unterschied finden können. Es ist nicht einmal, wie das auf gleiche Art behandelte Silicium, weniger entzündlich als vorher, und im übrigen Verhalten ist es dem Boron so vollkommen gleich, daß ich Grund genug zur Vermuthung habe, es enthalte keinen Sauerstoff.

S c h w e f e l b o r o n .

Das Boron verbindet sich mit Schwefel, aber nicht, wie man vorher glaubte, durch bloße Zusam-

mensschmelzung. Die grünliche Masse, die auf diese Weise erhalten wird, ist bloß ein mechanisches Gemenge, von dem der Schwefel abdestillirt werden kann, ohne daß sich der Boron mit demselben verbindet. Es erfordert, gleichwie mehrere andere Körper, eine Temperatur, die den Kochpunkt des Schwefels weit übersteigt. Wird Boron bis zum vollen Glühen in Schwefelgas erhitzt, so entzündet es sich und brennt. Da wo es die Oberfläche des Glases in dünnen Schichten bedeckt, bildet sich eine weiße undurchsichtige Masse von Schwefelboron; da, wo das Boron mehr angehäuft war, wird die Masse, wie bei der Oxydation, grau oder bleibt dem Aussehen nach fast unverändert, obgleich ein großer Theil vom Boron geschwefelt ist. Unter dem Mikroskope sehen die Kanten der neuen Verbindung geschmelzt und durchsichtig aus; vielleicht durch etwas gebildete Boraxsäure, da die Luft nicht vollkommen ausgeschlossen werden konnte. Wird das Schwefelboron mit Wasser übergossen, so löst es sich mit Heftigkeit auf, es wird Schwefelwasserstoffgas entwickelt, die Flüssigkeit mehr oder weniger stark milchig und enthält Boraxsäure. Aus dem grauen Schwefelboron setzt sich dabei noch unverändertes Boron ab. Verschiedene Umstände geben zu der Vermuthung Anlaß, daß das Boron in mehreren Verhältnissen mit Schwefel verbunden werden kann; denn in einem Versuche, wo ich das im Schwefelgas brennende Boron keinem weiter fortgesetzten Glühen unterwarf, und es also einen Ueberschuß von Schwefel aufnehmen konnte, gab das Schwefelboron bei der Auflösung in Wasser eine vollkommene *lac sulphuris*. Bei einem andern Versuche,

in welchem die Boron-Verbindung glühend erhalten wurde, während sich das Schwefelgas auf den kälteren Theilen des Apparates condensirte, wurde zwar auch die Auflösung in Wasser etwas trübe von Schwefel, aber es setzte sich keiner ab. Die Trübung schien daher nur von dem Luftgehalte des Wassers herzurühren. Ich habe nicht das Verhalten des Schwefelborons zu Schwefelmetallen untersucht. Aus dem Angeführten kann man vermuthen, daß sich diese Verbindungen nicht auf nassem Wege würden darstellen können.

Chlorboron.

Schon Humphry Davy fand, daß Boron auch ohne Anwendung äußerer Wärme sich in Chlor entzündet und darin mit Lebhaftigkeit verbrennt, aber er untersuchte nicht das Produkt der Verbindung. Ich habe in dieser Hinsicht Davy's Angabe bestätigt gefunden; ist aber das Boron recht rein und vorher bis nahe zum Glühen im luftleeren Raume erhitzt worden, so entsteht keine Veränderung eher, als bis das Boron erhitzt wird. Das Produkt der Verbrennung ist *ein neues Gas*, das, in Berührung mit atmosphärischer Luft, so stark wie Fluoborsäuregas raucht. Ich fing es über Quecksilber auf, welches das mitfolgende überschüssige Chlor absorbirte. Dieses Gas ist farblos, und riecht vermöge der Salzsäure, die durch die Feuchtigkeit der Luft gebildet wird, stechend sauer. Es wird schnell, aber nicht augenblicklich vom Wasser verschluckt, und wenn die Quantität des Wassers nicht groß ist, so sieht

man auf dessen Oberfläche sich Boraxsäure absetzen, die wieder aufgelöst wird, wenn man die Flüssigkeit umschüttelt. Es wird auch von Alkohol aufgelöst, der davon denselben Aethergeruch annimmt, als wenn er salzsaures Gas absorbiert hat.

Mit *Ammoniakgas* gemengt wird es condensirt und ein Salz gebildet, das unverändert sublimirt werden kann, das aber weniger flüchtig als Salmiak ist. Kommt Feuchtigkeit hinzu, so bleibt, nach der Sublimation des Salzes, Boraxsäure zurück. Das Chlorboron-Gas condensirt das $1\frac{1}{2}$ fache seines Volumens an Ammoniakgas. 25 Volumentheile des sauren Gases mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, hinterließen 8,4 Theile. Der Ueberschuß wurde untersucht und als saures Gas befunden. In einem andern Versuche wurden 42,5 Th. saures Gas mit 25 Th. Ammoniakgas gemengt, wonach 26,5 Theile des ersteren übrig blieben. 16,5 Th. Chlorboron hatten folglich 25 Theile Ammoniakgas condensirt. — Das Chlorboron besteht aus

Chlor 90,743

Boron 9,257

Das *Boron* wird nicht von *Flußspathsäure* oxydirt oder aufgelöst, wenn man nicht Salpetersäure zusetzt, die es auch ohne Gegenwart der Flusßspathsäure in Boraxsäure verwandelt.

Man hat angegeben, daß *Boron* auf trockenem Wege von *Alkali* aufgelöst werden solle, und daß es, wenn man Wasser zusetzt, in der Lauge mit gelblicher Farbe aufgelöst werde. Dieses ist unrichtig.

Erhitzt man *Boron* mit *kohlensaurem Alkali*, so detonirt es auf Kosten der Kohlensäure. Wird es mit dem *Hydrat* eines *feuerfesten Alkali* erhitzt, so wird Wasserstoffgas mit Aufbrausen entwickelt und Boraxsäure gebildet. Setzt man Wasser hinzu, so bleibt der Theil des Borons, der sich noch nicht oxydiren konnte, unauflöst zurück. Die Auflösung von *Boron* in Wasser, welche erhalten wird, wenn man frischbereitetes *Boron* auswäscht, entsteht nicht durch *Alkali*, da dieses mit Säure oder Salmiakwasser gewaschen werden kann und das *Boron* sich doch wieder, wenn reines Wasser aufgegoßen wird, zu einer gelblichen Flüssigkeit auflöst, welche nach dem Verdampfen auf dem Glase einen an dem Rande gelblichen ins Grüne ziehenden, durchscheinenden Ueberzug zurückläßt, der in dickerer Masse springt, sich leicht ablöst und dann durchaus dem unauflöslichen *Boron* gleicht. Es löst sich nur zum Theil wieder in Wasser auf. Diese Art von Auflöslichkeit gleicht sehr der von Berlinerblau und einigen andern unauflöslichen Körpern, die von reinem Wasser aufgenommen werden, sich aber daraus wieder durch die meisten Salze fallen lassen. Dies geschieht fast auf gleiche Weise mit *Uran*, wenn uransaures Kali mit Wasserstoffgas bei einer höheren Temperatur behandelt, und die Masse dann in Wasser aufgelöst und filtrirt wird *).

Das *Boron* hat in den angeführten Verhältnissen so viele Aehnlichkeit mit *Silicium*, daß man zwi-

*) Annal. d. Phys.

sehen beiden eine ähnliche Zusammenpaarung wie zwischen *Phosphor* und *Arsenit*; *Schwefel* und *Selenium* machen kann. Es unterscheidet sich indess darin vom *Silicium*, daß es mit Salpeter bei anfangender Glühhitze mit solcher Heftigkeit detonirt, daß die Explosion beinahe mit der von Schießpulver kann verglichen werden, und verräth dadurch stärkere und bei niederen Wärmegraden thätigere Affinität als das *Silicium*.

(Die Fortsetzung folgt.)

II.

*Neue Beiträge zur Kenntniss der Feuermeteore und
der herabgefallenen Massen;*

von

E. F. F. CHLADNI.

V i e r t e L i e f e r u n g . *)

I. Ueber herabgefallene Massen.

Die römische Zeitung: *Notizie del giorno*, 1822, enthält in einer Abhandlung über Altrömische Zeitungen (*acta diurna, acta urbis populique*) gelegentlich die Nachricht aus einer solchen Bekanntmachung, daß III. Calend. Aprilis unter dem Consulat des Aemilius ein Steinregen bei *Vejae* gefallen sey?

Im Jahre 921, in der ersten Indiction, sind in *Narni* viele Steine gefallen, die man für höllisch gehalten hat. Der größte fiel in den Fluß *Narnus*, und war eine Elle hervorragend später noch zu sehen. Aus einer handschriftlichen Chronik in der Fürstlich Chigischen Bibliothek zu Rom vom Mönch *Benedictus de St. Andrea* zu *Soracte*, der in der Mitte des zehnten Jahrhunderts lebte. Die Nachricht hat Hr. Doctor *Pertz* in Hannover (Genealogist

*) Die erste Lieferung findet sich in B. 68. St. 4. J. 1821 St. 8, S. 329; die zweite B. 71. St. 4. J. 1822 St. 8, S. 339; und die dritte B. 75. St. 3. J. 1823 St. 11, S. 229.

und Archivar des Guelfenordens) in Rom aufgefunden und mir gefälligst mitgetheilt.

? *Lubienicii theatrum cometicum* enthält t. II. p. 226 folgende Nachricht: Anno Domini 1201 cometa apparuit, quem Cardanns accenset iis, ex quibus lapilli quidam sulphurulentum et foetidi deciderunt. Nun habe ich in allen Schriften von Cardanus, die ich habhaft werden konnte, nachgesehen, aber diese Nachricht nicht auffinden können.

Eine ungedruckte *Fortsetzung der Chronik des Martinus Polonus* im Ungarischen Nationalmuseum zu Pesth, deren Verfasser mit Clemens XI. Tode 1314 schließt, redet von grossen bei Aragon gefallenen Steinen, jeder von der Grösse eines Fasses, und er will gesehen haben, wie einer, der für den König bestimmt war, auf einen Esel geladen ward. Diese Nachricht verdanke ich auch der gütigen Mittheilung des Hrn. Doctor Pertz in Hannover.

Ungefähr um 1780 (da gesagt wird vor 40 Jahren), sind in Nord-Amerika im Stadtgebiete von *Kinsdale*, in New-England, zwischen West River Mountain und Connecticut, nach einer Explosion an verschiedenen Orten Eisenmassen gefallen, 6 Zoll im Durchmesser, wie geschmolzenes und verschlacktes Eisenerz, einer Schlacke aus Schmiedeöfen ähnlich, so daß man ihnen die Schmelzung ansah. Man schrieb es einem vulkanischen Ausbruche zu. Auf nahen Bergen hat man ein Leuchten gesehen. (Es mag also wohl trübe Witterung verhindert haben, das Meteor gehörig zu sehen.) *Quarterly Review*, No. LIX. April 1824. Das ist also seit 1751 der erste bekanntgewordene Niederfall von Giedegeneisenmassen.

1818, den 30. März war bei *Zaborzyca* in Volhynien ein Meteorsteinfall, von dem mir nichts weiter bekannt geworden ist, als die Erwähnung und die Analyse von Laugier im *Bulletin de la société philomatique*, Juin 1823. p. 86 und in den *Mém. du Muséum*, 17. Année, t. XVI des Annales, cah. 2. wie auch in diesen *Annalen* B. LXXV. S. 264. Er fand darin Eisenoxyd 45; Kiesel Erde 41; Magnesia 14,9; Schwefel 4; Thonerde 0,75; Nickel 1; Chrom 0,75; Kalk 2.

1823, den 7. August, zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags, war ein Meteorsteinfall in Nord-Amerika bei *Nobleborò* oder *Nobleborough* in *Maine*. Die erste Nachricht (welche Hr. Doctor Julius in Hamburg mir gefälligst mitgetheilt hat), findet sich in Silliman's *American Journal of science*, Vol. VII. p. 170, wo der Berichterstatter Cleaveland folgendes meldet: Ein Herr Dinsmore, welcher zugegen war, hörte ein Getöse, wie ein Pelotonfeuer, das immer schneller ward. Die Luft war ruhig, und der Himmel klar. Es zeigte sich eine kleine weisse Wolke nahe am Zenith, aus welcher das Getöse kam, (und welche keine eigentliche Wolke, sondern, wie bei andern solchen Meteoren, der durch das Brennen der Masse, und durch den Sonnenschein erleuchtete Rauch und Dampf gewesen ist.) Nach der Explosion schien sich diese Wolke spiralförmig schnell niederwärts zu bewegen, als ob sie auf ihn fallen wollte. Das Getöse war wie ein Wirbelwind in Blättern. In diesem Moment fiel der Stein unter einige Schafe, welche darüber erschrakten, aufsprangen, und in das Gehölz liefen. Der Stein war ungefähr 6 Zoll in

die Erde gedrunken, und durch Anstoßen an einen andern Stein in Stücken zerbrochen. Als er eine Stunde nach dem Falle aufgehoben ward, gab er einen starken Schwefelgeruch. Die ganze Masse, ehe sie zerbrach, mochte 4 bis 6 Pfund schwer gewesen seyn. Andere ähnliche Stücke sollen einige Meilen von Nobleborò gefunden worden seyn. In den *Annals of Philosophy*, März 1824, No. 39, p. 236 und im *Philosophical magazine*, LXIII, p. 16—19, wo dieselben Nachrichten mitgetheilt werden, findet sich auch eine Beschreibung und Analyse, von J. VV. Webster. Das Außere und Innere werden ebenso beschrieben, wie sie gewöhnlich an andern Meteorsteinen sind. Spec. Gew. 2,08 (also weit geringer, als bei andern, die bei Alais 1806 gefallenem ausgenommen). Vor dem Löthrohre gab er einen schwefelichen Geruch, und ward nicht geschmolzen. Durch den Magnet läßt sich nichts absondern, Durch Hitze wurden mehr als 21 Hunderttheile verflüchtigt. Der gefundene Gehalt war: Schwefel 18,3 (also mehr, als in irgend einem andern ist gefunden worden); Kiesel-erde 29,5; Thonerde 4,7; Kalkerde eine Spur; Bittererde 24,8; Chrom 4,0 (also mehr, als gewöhnlich in andern); Eisen 14,9; Nickel 2,3; = 98,5. Verlust 1,5. Nun wird in den *Annals of Philosophy*, June 1824, p. 466 in einem Aufsatze von Brayley jun. gesagt, diese Steine wären den bei Contalax in Finnland 1822, bei Jonzac 1819, und bei Juvenas 1821 gefallenem ähnlich. Das ist aber nicht recht wahrscheinlich, und man hat vermuthlich den Stein nicht genau genug betrachtet, indem er Nickel enthält, die andern hier erwähnten, welche denen von Stannern

ähnlich find, aber nicht; wie denn auch die Mengen mancher Bestandtheile von denen bei andern Meteorsteinen so verschieden find, daß sich schon deshalb bei genauer Betrachtung einige Verschiedenheit im Ansehen zeigen muß.

1824 war zu Ende des Januar oder Anfang des Februar ein Meteorsteinfall *im Bolognesischen*. Das *Diario di Roma* meldet aus Molinella, in der Legation von Bologna, unter dem 6. Februar: Dieser Tage fielen nahe bei dem Dorfe *Arenazzo* viele Meteorsteine vom Himmel, deren größter 12 Pfund wog. Vor dem Falle dieser Steine hörte man einen ungewöhnlichen Schall mit einem kleinen Windstoß, worüber die Dorfbewohner sehr erschrakten. Der oben erwähnte 12pfündige Meteorstein ward in der Sternwarte zu Bologna aufgestellt. Aus verschiedenen Zeitungen, unter andern der *Allgemeinen Zeitung*, 1824; No. 65. vom 5. März. Die Nachricht in der *medizin. chirurgischen Zeitung*, No. 33. vom 22. April 1824, hat Hr. D. von Schönberg aus Neapel mitgetheilt.

1824, ungefähr im Februar (da die Angaben verschieden sind), fiel ein großer Meteorstein in einiger Entfernung von *Irkutsk*. Im *Hamburger Correspondenten* vom 24. Mai 1824 wird aus Irkutsk vom 10. März gemeldet: Vor 10 Tagen fiel 30 Werst von hier bei hellem Wetter ein Meteorstein. Die Größe ist wie eine Quadratspanne; die Farbe äußerlich schwarz; unter den innern Bestandtheilen findet sich auch Hornsilber (?). In der *Liste der Börsenhalle* No. 3671 vom 22. Mai 1824 wird aus Petersburg berichtet: Am 12. Februar gegen 2 Uhr nach Mitternacht fand in Irkutsk ein Erdbeben Statt etc. (welches mit dem frü-

her geschehenen Meteorsteinfalle in keiner Verbindung steht). Zehn Tage früher fiel 80 Werste von Irkutsk ein Meteorstein nieder. Dieser viereckige abgerundete Stein hatte fast das Gewicht eines Tschetwerts, ist an Farbe ganz schwarz, in der Mitte aber weiß und kalksteinartig mit Hornsilberadern (?). Eine genauere Angabe des Ortes und der Beschaffenheit des Steines, nebst einer Analyse wird wohl in der Folge in den Schriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu erwarten seyn, oder auch in Schere's Nordischen Blättern für Chemie. Dafs Hornsilber darin enthalten sey, ist nicht eher glaublich, als bis eine genauere Analyse es lehrt.

Von dem bekannten ungefähr um das Jahr 465 vor unserer Zeitrechnung bei *Aegospotamos* in Thracien gefallenen Steine, über welchen ich in meinem Buche S. 176 und 177 mehr gesagt habe, und welcher zur Zeit des Plinius noch dort aufbewahrt wurde, sagt auch Joannes Laurentius Lydus de ostentis (von Hase in Paris 1823 in 8. herausgegeben) S. 24 eben so wie Plinius, der Stein sey noch dort zu sehen. Es wird auch aus *Apulejus* die Nachricht angeführt, dasselbe habe auch bei *Abydos* und *Cyzicus* sich ereignet; der Stein sey noch dort zu sehen, man bemerke daran Wirkungen des Feuers und er sey dem Eisen ganz ähnlich. (Also wahrscheinlich eine Eisenmasse.) In Cyzicus sey die Meinung, die Stadt werde mit dem Steine untergehen. Nun habe ich in allen vorhandenen Schriften von *Apulejus* nachgesehen, aber nichts davon gefunden. Die Nachricht muß also in einer von seinen verloren gegangenen Schriften enthalten gewesen seyn, wahrscheinlich

in seinen *quaestionibus naturalibus*. Von dem Stein in Abydos redet auch Plinius (hist. nat. II. 58) und ich habe ihn auch in meinem Buche S. 182 erwähnt; aber von einem Steine in *Cyzicus* ist nichts bekannt gewesen.

Dafs bisweilen auch *Kupfer* ein Bestandtheil der Meteorsteine seyn möge, habe ich in meinem Buche über Feuermeteore und herabgefallene Massen S. 47, mit Angabe der Gründe, meines Wissens zuerst gesagt. Es hat sich dieses auch bestätigt, indem Vauquelin und Langier es in dem bei Juvenas am 15. Juni 1821 gefallenen Steine, nach *Annal.* LXXI. S. 202 und 208, gefunden haben, und letzterer auch in dem bei Lixna, (nicht Lipna) am 12. Jul. 1820 gefallenen, nach dem *Bulletin de la société philomatique*, Juin 1823, *Mém. du Muséum d'hist. nat.* 17. Année, cah. 2. und diesen *Annalen* B. LXXV. S. 266. Wahrscheinlich wird es sich bei genauerer Untersuchung auch in mehreren finden, da es sich in 2 so sehr verschiedenen Steinarten, wie die von Juvenas und von Lixna sind, gefunden hat.

Herr von Hammer hat in der *Steyermärkischen Zeitschrift* H. 1. S. 73. eine Abhandlung geliefert über den Donnerkeil, welchen auf Persischen Münzen der Vogel des Ormuzd in den Klauen hält, und welcher dem Adler des Jupiter analog ist; wahrscheinlich hat dieses Beziehung auf das schon in frühern Zeiten bekanntgewesene Niederfallen meteorischer Massen. Dieses stimmt auch mit der von Langlès in seiner Ausgabe der *Voyages de Sind-bád*, p. 76 und dem zufolge auch in den *Annales de Chimie* t. IX. p. 476 erwähnten morgenländischen fabelhaften Volksage über-

ein, daß in der (Rauch und Dampf-) Wolke, aus welcher Meteorsteine fallen, der bekannte Vogel Rock stecke, welcher die Steine in seinen Krallen halte, und daß das Getöse des Meteors von dem Geschrei des Vogels und von dem Schlagen seiner Flügel herrühre. In meinem Buche S. 189 habe ich die wahrscheinlich auf einen Meteorsteinfall bei *Beder* sich beziehenden Stellen des Korans und der Commentatoren desselben hierdurch erläutert.

Viel abentheuerliches findet sich in einem Buche von F. Chabrier: *Dissertation sur le déluge universel, ou introduction sur la géologie de notre planète*, Montpellier, 1823. 8. Er will das Vorhandenseyn ungeheurer Granitblöcke und anderer großen Geschiebe in den nördlichen und nordwestlichen Gegenden Deutschlands, und überhaupt die Lagerungen der Gebirge durch Niederfälle von Außen erklären, von Theilen des (höchstwahrscheinlich) zerfprungenen Planeten zwischen Mars und Jupiter. Nun läßt sich freilich nicht behaupten, daß es so sey; indessen läßt sich die Möglichkeit wohl auch nicht ganz abläugnen, da z. B. der Umstand, daß in Steinkohlenwerken die niederliegenden Baumstämme durch darüber liegende Massen meistens flach und linsenförmig zusammengedrückt sind, und nur die wenigen aufrechtstehenden, welche sich an einer Gränze des Steinkohlenwerkes finden, rund geblieben und in ihrem Innern (das bei solchen Monokotyledonen weich war) mit hineingepressten Schutt ausgefüllt sind, sich würde am leichtesten durch ein Darauffallen der darüber liegenden Massen erklären lassen, wo denn die Wirkung scheint von der S- oder SW- Seite hergekom-

men zu seyn. Wenn nun aber der Verfasser auch die Bevölkerung unsers Erdkörpers mit mancherlei Menschenracen von einem solchen Planeten herleiten will, so ist dieses für unmöglich zu halten, weil alle lebenden Wesen, und besonders die Menschen durch den Stofs bei dem Zerspringen des Planeten, durch das Ineinanderschieben und Mengen fester und flüssiger Massen und durch das gewaltthame Herabfallen auf unsern Erdkörper hätten müssen getödtet werden, und weil sie auch auf der weiten Reise durch den zu wenige Luft enthaltenden Raum nicht würden haben athmen können. Man kann also füglich den Verfasser in Hinsicht auf niedergefallene Massen für einen Ultra erklären. Uebrigens habe ich die Abhandlung des Herrn Chabrier nicht selbst gelesen, sondern kenne sie nur aus den Mittheilungen in dem *Bulletin des sciences naturelles et de geognosie, par Ferussac*, t. I. p. 1. und in der *Abendzeitung* 1824, No. 245. am 12. October, habe aber nöthig gefunden, hier etwas darüber zu sagen, weil man mich mehrmals gefragt hat, was ich von der Sache halte.

II. Ueber meteorische Gediogeneisenmassen.

In *Columbien* sind verschiedene für meteorisch zu haltende Gediogeneisenmassen gefunden und von den dorthin berufenen Naturforschern Mariano de Rivero und Bouffingault chemisch untersucht werden. In den *Annales de Chemie* t. XXV. p. 438, Avril 1824, findet sich deren *Mémoire sur différentes masses de fer qui ont été trouvées sur la Cordillère orientale des Andes* aus dem Spanischen übersetzt. Der Original-Aufsatz ist zu Bogota gedruckt. Eine Masse

ganz von gediegenen Eisen mit kleinen Höhlungen von unregelmässiger Gestalt, ward gefunden auf dem Hügel von Tocavita $\frac{1}{4}$ Meile ostwärts vom Dorfe, im Jahre 1810. Sie war meistens unter der Erde, und nur eine Spitze von einigen Zollen hatte hervorgeragt. Santa Rosa ist etwa 20 Meilen (lieues) in NO von Bogotà, in $5^{\circ} 30'$ Breite, und $75^{\circ} 40'$ westlicher Länge von Paris, und in 2744 Meter Höhe. Die Masse war etwa 8 Jahre lang dort bei der Municipalität aufbewahrt, und hernach diente sie 7 Jahre lang einem Hufschmiede als Amboss. Das Eisen ist ohne glasigen Ueberzug, hämmerbar, von körnigem Gefüge, und lässt sich leicht feilen. Die Schwere ist 7,3. Der Inhalt ist 102 Kubik - Decimeter, das Gewicht also ungefähr 750 Kilogramme. Man fand zugleich umher mehrere kleine Stücke auf demselben Hügel, von denen sie verschiedene mitgenommen haben. Bei chemischer Untersuchung fand sich Eisen 91,41; Nickel 8,59, und kein Mangan oder Kobalt. Auch andere Bruchstücke wurden untersucht. Eins von 681 Grammen, 1810 bei Santa Rosa gefunden, ist hämmerbar, aber schwer zu feilen, hat silberweißen Glanz, feines Korn wie Stahl, schmiedet sich gut, ist aber warmbrüchig. Das Gewicht ist 7,6. An Gehalt fand sich: Eisen 91; Nickel 8,21; und 0,28 in Salpetersäure unauflösliche Theile = 99,72. Der unauflösliche Theil ward durch Königswasser schwer angegriffen, und schien aus Nickel, Eisen und Chrom zu bestehen. Ein anderes Bruchstück gab Eisen 91,76; Nickel 6,36 = 98,12, und auch andere zeigten Nickel. Man hat auch im Dorfe Rasgatà in der Nähe des Salzwerkes von Zipaquirà solches Eisen gefunden, in $4^{\circ} 57'$ Breite,

und 76° 33' Länge, und 2650 Meterhöhe. Eine solche Masse von 41 Kilogrammen, die Geronimo Torres besitzt, hat keine Höhlungen; das Gefüge zeigt kleine Facetten; das Eisen ist sehr hart zu feilen, aber hammerbar, von Silberglanz. Das Gewicht ist 7,6. Es fand sich darin 90,76 Eisen, und 7,87 Nickel, = 98,63. Auch in einer andern, mehr sphärischen, Masse von 22 Kilogrammen, die an derselben Stelle gefunden, und viele Höhlungen enthielt, hammerbar war, und silberartigen Glanz hatte, fanden sich 7 bis 8 Procent Nickel.

In *Polen*, nicht weit von *Brahin*, im Gouvernement von Minsk, ist im Jahre 1809 Gediogeneisen, dem Palladischen ähnlich, gefunden worden, welches schon in den *Annalen* B. 68, S. 342, wiewohl sehr unvollständig, erwähnt worden ist. Laugier hat eine Analyse der von dem Professor in Wilna, Horodecky, erhaltenen Stücke im *bulletin de la société philomatique*, Juin 1823, p. 86, wie auch in den *Mémoires du Muséum*, 17 Année, cah. 2 gegeben, welche auch in diesen *Annalen* B. 75, S. 264 mitgetheilt ist. Er unterscheidet zwei Varietäten, eine bläuliche und eine weißliche, welche beide Höhlungen enthalten, die mit Olivin oder Peridot ausgefüllt sind. In der bläulichen Varietät fand er Eisen 87,55; Kiesel-erde 6,30; Nickel 2,50; Magnesia 2,10; Schwefel 1,85; Chrom 0,50 = 100,60; und in der weißlichen Varietät Eisen 91,5; Kiesel-erde 3; Nickel 1,5; Magnesia 2; Schwefel 1; von Chrom bloß eine Spur = 99,0. Es ist nicht angegeben, ob er das Eisen erst von dem Olivin abgefondert habe, oder nicht; auch

ist keine Nachricht von einer Beobachtung des Niederfallens gegeben.

Das neueste bekanntgewordene Beispiel, eines wirklich beobachteten Niederfallens von Gedieng-eisenmassen ist das vorher erwähnte bei *Kinsdale* in Nordamerika; ungefähr um das Jahr 1780. Aus der Nachricht läßt sich nicht urtheilen, ob es derb, oder ob es zellig mit inliegendem Olivin sey.

III. Ueber Feuermeteore.

1761, den 26. Januar um 4 Uhr Morgens, sah man bei *Weiloe* nicht weit von Kopenhagen eine sehr große Feuerkugel; sie veränderte mehrmals die Farbe, gieng von S nach N, und verschwand nach 2 Minuten ohne Geräusch. Hierauf bemerkte man eine Luftbewegung, die von Manchen für ein Erdbeben gehalten ward. Aus dem Madrider *Mercurio historico y politico*, Febrero 1761, p. 201.

? 1785, am 13. August, um 11 Uhr gegen Mittag, scheint nicht durch einen Blitz, sondern durch ein Feuermeteor von anderer Art in Frankfurt am Main an 2 Orten Feuer entstanden zu seyn, nach einer mir vom Herrn Geheimen Rathe von Sömmerring gefälligst mitgetheilten Schrift: *Geschichte der außerordentlichen Naturbegebenheit, da am 13. August 1785 durch einen zweifachen Blitz ohne darauf erfolgten Donner die Reichsstadt Frankfurt an zwei verschiedenen Orten angezündet wurde, von J. G. S. Frankfurt zu finden bei C. G. Kämpfe 1785.* Es war ein etwas trüber Tag mit Sonnenschein und Wolken, aber weder Gewitter noch Blitze zu bemerken. Eine Wolke zeigte sich über der Stadt um 11 Uhr Mittags.

Glaubwürdige Augenzengen sahen einen leuchtenden Klumpen Feuer aus der Luft von NW her, mehr horizontal als senkrecht auf das Haus des Caffetier Overbeck fahren, unweit der Katharinenpforte nach O zu. Ein Theil schien auf die darauf befindliche Weltkugel zu fahren, weißlich von Farbe, und sich von da herunter auf das Belvedere zu wälzen. Der andere Theil nahm seine Richtung nach SO, nach der Töngesgasse zu. Einer verglich es mit einer Sternschnuppe. Bald darauf stand das Overbeck'sche Haus in Brand, und man verspürte einen stinkenden Dampf, der unaussetzlich nach Schwefel roch. Das Feuer knasterte und rumorte nach ihrer Aussage sehr. Bald darauf war auch Feuer in dem Willemörschen Hause auf der Töngesgasse, gegen SO 200 Schritte davon. (In meinem Buche und auch in den Annalen habe ich mehrere Beispiele angeführt, wo durch Feuermeteore sind Häuser angezündet, oder Menschen und Thiere getödtet oder beschädigt worden).

Die in meinem Buche S. 157 erwähnte Feuereugel am 27. Jan. 1814, ist auch zu München und Inspruck gesehen worden. *Bairische Nationalzeitung* 1814, Nr. 19, vom 2. Febr., wo auch Herr Geh. Rath v. Sömmerring diejenigen, welche mehr Nachrichten davon mittheilen könnten, dazu aufgefordert hat.

1819 den 24 Jul., Abends ward zu *Youngstown* am *Ohio* ein großes Feuermeteor gesehen. Der Bericht-erstatte, in *Silliman's American Journal of sciences*, Mai 1823, t. VI. p. 315, sah es deutlich einige Sekunden vor der Explosion. Ungefähr 3 Minuten nach der gesehenen Explosion ward das Getöse gehört; es

glich dem Abfeuern von schwerem Geschütz in der Entfernung von 3 bis 4 englischen Meilen an einem stillen Abende. Die Richtung war ungefähr nach N. Ein anderer Beobachter, 20 engl. Meilen weiter nordwärts, sah auch die Beleuchtung, und hörte das Getöse noch etwas mehr, als 1 Minute.

Von den, in den *Annalen* B. 75. S. 235, schon von mir weiter erwähnten Meteor, 1819 den 21. (nicht den 19.) November, in Nord-Amerika, finden sich auch Nachrichten in *Silliman's American Journal of sciences* Vol. VI. Mai 1823.

1821, in der Nacht vom 16. zum 17. Mai, um 12½ Uhr, eine in den *Neuen Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde* B. 5. 2. Lief. S. 285, vom Freiherrn von Moll gemeldete Feuerkugel, die ihre Gestalt veränderte, und (so wie mehrere Feuerkugeln) schlangenförmige Bewegungen machte. Die Dauer (die des nachgelassenen zickzackförmigen Schweifes mitgerechnet) wird auf 10 Minuten geschätzt.

Vom dem 1822, den 9. (nicht den 8.) März, bald nach 10 Uhr Abends, in mehreren Gegenden von Nord-Amerika gesehenen großen Feuermeteor, worüber schon vieles, Amerikanischen Zeitungen zufolge, von mir in diesen *Annalen* B. 75. S. 237 — 240 ist mitgetheilt worden, finden sich auch Nachrichten in *Silliman's American Journal of sciences and arts*, Vol. VI. Mai 1823, p. 215 — 225 (welche ich eben so wie die vorigen, meinem sehr gefälligen Freunde, dem Hrn. Doctor Julius in Hamburg verdanke). Die meisten dieser Nachrichten stimmen mit den schon mitgetheilten überein, und sind zum Theil die-

selben; einiges ist aber hier nachzutragen. Auch in Quebec hat man es nach SW zu gesehen, wie auch in Montreal. James Dean, Professor an der Universität zu Vermont, hat aus den gesammelten Nachrichten die Bahn des Meteors nach der von Bowditch im dritten Theile der *Memoirs of the American Academy* angewendeten Methode berechnet, und gefunden, daß es anfangs in $43^{\circ} 34'$ Breite und $73^{\circ} 47'$ Länge, 41 Meilen, nach andern Angaben aber 34 engl. Meilen über der Erde erhaben war, und hernach in $42^{\circ} 45'$ Breite und $74^{\circ} 49'$ Länge in einer Höhe von 29 Meilen verschwunden sey. Der absolute Durchmesser war nach den geringsten Angaben $\frac{1}{3}$ Meile: Die Geschwindigkeit muß größer gewesen seyn als die Geschwindigkeit der Erde in ihrem Laufe, (so wie sie auch bei mehreren Feuerkugeln größer gewesen ist).

1823, den 24. Januar, eine Feuerkugel zu Gosport gesehen. *Annals of Philosophy*, June 1824, p. 466.

1823, den 2. Mai, in der Nacht, 25 Minuten nach 11 Uhr, sah man zu *Embleton* bei Alnwick in Northumberland ein Meteor, welches anfangs etwas südlich vom Zenith wie ein Fixstern erschien, und ein glänzendes gelbliches mondähnliches Licht gab. Es ging hernach nordwärts und nahm die Gestalt eines Kometen an; der Schweif war sehr glänzend und von verschiedenen Farben. Nachdem es durch 16 Grade gegangen war, nahm es wieder die vorige Gestalt an, und ging weiter in gerader Linie. *Monthly magazine* 1825 (LV. 1) p. 471.

1823, den 20. Mai, eine Feuerkugel zu *Ragusa*.
Annals of Philosophy, June 1824, p. 466.

1823, den 23. Mai um 10 Uhr Abends, hat man zu *Kiel* und *Kopenhagen* ein leuchtendes Meteor gesehen; es schien zu Kiel von SO nach NO zu gehen; war 30 Grade hoch, und 10 Sekunden lang sichtbar; liefs Funken und einen langen Schweif nach. *Philosophical magazine*, Sept. 1823. p. 238.

1823, den 9. August, eine Feuerkugel zu *Gingen* gesehen, von NO nach SW gehend. Schübler, im *Neuen Journal für Chemie von Schweigger, neue Reihe*, B. 11. H. 1. S. 37.

1823, den 12. August, um 9 Uhr 11 Minuten Abends, bei *Tübingen* am südöstlichen Himmel eine kleine Feuerkugel, welche ohne hörbares Geräusch zerplatzte. *Ebendasselbst*.

1823, den 15. August, um 10 Uhr Nachts, wurden dort viele Sternschnuppen gesehen, unter andern eine große mit einem Schweife, von NO nach SO gehend. *Ebendasselbst*.

1823, den 9. November, des Morgens um 6 Uhr 45', sah zu *Prag* Hr. Wilhelm von Biela, k. k. Grenadier-Oberlieutenant, ein Meteor, nämlich einen etwa 5 Grade langen Streifen, welcher das Sternbild des Mauerquadranten in der Richtung vom Zenith zum Horizont durchlief. Nach dem Verschwinden des Strahles, der etwa eine Sekunde gebraucht hatte um seinen Weg zu durchlaufen, blieb ein matterer, aber immer augenfälliger Streif zurück, der in

seiner Hauptrichtung den Weg des Strahles bezeichnete. In einigen Sekunden zog die Mitte des feurigen Streifs, wo dieselbe einen etwas hellern und breiteren Punkt hatte, langsam links mit dem Horizonte parallel fort, so daß die beiden Enden des im Zusammenhange bleibenden Streifes der Mitte folgten, und sich die Figur \angle bildete. Nach und nach, wie die Spitze des Pfeiles weiter zog, gingen die beiden Enden näher zusammen, und die Erscheinung verlor an Glanz. Die Sichtbarkeit des Streifes dauerte $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten. *Zweite Beilage zu Schumachers astronomischen Nachrichten*, No. 48. S. 468. Das muß eine in sehr großer Höhe sich zickzackartig bewegende Masse gewesen seyn, die auf ihrem Wege viele leuchtende Theile nachgelassen hat.

1823, den 13. December, um 3 Uhr Morgens, zu *Belley*, Erderschütterung mit Detonation; man hat den Himmel in Feuer gesehen, ohne bestimmtes Meteor, (vielleicht weil der Himmel trübe seyn mochte, oder weil man nicht gehörig darauf Acht gegeben hatte). *Constitutionnel*, vom 21. December 1813, und *Bulletin des sciences naturelles par Ferrussac*, t. I. p. 5.

1824, den 3. Febr., im Görlitzer und Löwenberger Kreise, eine Feuerkugel von S nach N gehend. *Zeitungsnachricht*.

1824, den 1. März, um 9 Uhr Abends, ward zu *Berlin* eine Feuerkugel gesehen, der man ein Licht, wie dem des Bengalischen Feuers zuschrieb. *Bulletin des sciences naturelles par Ferrussac*, Avril 1824. p. 244.

Wenn dabei bemerkt wird, daß der Wind eben sowohl wie die Feuerkugel, von SO gekommen sey, so hat eins auf des andere keine Beziehung.

1824, den 17. April, um 10 $\frac{1}{2}$ Uhr Abends sah man in dem Dorfe *Upper Kinneil*, in der Pfarrei von Borrowstownells ein Feuermeteor; es explodirte mit vielem Glanze, ging nach SO oder SOgS liefs einen Schweif und Funken nach, dauerte etwa 5 Sekunden, und ging ungefähr über den dritten Theil des Himmels. *Philosophical magazine*, Mai 1824, p. 393.

III.

Von den elektromotorischen Erscheinungen, welche durch den Contact der Metalle mit Flüssigkeiten hervorgebracht werden, und von einem Verfahren, mittelst der elektro-magnetischen Wirkungen die Veränderungen zu erkennen, welche gewisse Flüssigkeiten bei Berührung mit der Luft erleiden;

VON

HERRN BEQUERREL *).

In mehreren frühern Aufsätzen, in welchen ich die Einwirkung einer Säure auf ein Alkali untersuchte, brachte ich die erste in einen Platinlöffel, der mit einem Ende des Galvanometerdrahtes in Verbindung stand, und tauchte alsdann das Alkali hinein, nachdem es zuvor in Papier gewickelt und zwischen der, am andern Ende des Drahtes befindlichen Platinpincette befestigt war. Den darauf erfolgenden elektrischen Strom sah ich als bloß durch das Spiel der Verwandtschaften erzeugt an, und schloß, daß während der chemischen Action die Säure positive und das Alkali negative Elektricität annehmen würde. Wir haben hier aber offenbar die elektromotorischen Wirkungen, welche aus dem Contacte des Platins, mit der Säure oder dem Alkali entspringen,

*) nach d. Ann. de Chim. et Phys. T. XXV. 405.

vernachlässigt, und sind darin dem Beispiele Volta's gefolgt, welcher ebenfalls bei der Säule die elektrischen Einwirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle übergieng, weil sie durch seine condensirenden Elektroskope nicht bemerkbar gemacht wurden. Indes ist es durchaus nöthig, bei den elektro-chemischen Erscheinungen, welche uns beschäftigten, auf diese Rücksicht zu nehmen, weil man sonst das für einfach betrachtet, was in der That zusammengesetzt ist. In dem folgenden Aufsatze werde ich suchen die störenden Einflüsse zu beseitigen, damit wir es nur mit den elektromotorischen Erscheinungen zu thun haben, welche aus den chemischen Actionen entspringen; für den gegenwärtigen Augenblick soll uns die elektrische Wirkung der Flüssigkeiten auf die festen Körper beschäftigen.

Der Apparat, dessen ich mich bediente um die Elektricität zu sammeln, welche beim Contacte einer Flüssigkeit mit einem festen Körper entwickelt wird, bestand aus jenem höchst empfindlichen condensirenden Elektroskope, dessen verbesserte Einrichtung man dem Hrn. Prof. Bohnenberger verdankt. Man weiß, daß dieser Apparat 2 trockne Säulen enthält, die in Bezug auf ihre Pole in umgekehrter Stellung vertikal nebeneinander angebracht sind. Die beiden oberen Pole sind durch eine Metallplatte miteinander verbunden, die in ihrer Mitte eine Oeffnung besitzt, und durch diese geht ein Glasrohr, welches dazu bestimmt ist, ein Goldblättchen durchzulassen, dessen oberes Ende mit der untern Platte eines Condensators in Verbindung steht und mit dem anderen Ende zwischen den untern Polen der Säulen hängt. Sobald

das Goldblättchen auch nur eine geringe Menge Elektricität erhalten hat, wird es von dem Pol der trocknen Säule, welcher die entgegengesetzte Elektricität besitzt, angezogen und von dem andern abgestoßen.

Statt der beiden Säulen habe ich *eine* angewandt, die ich in horizontaler Richtung auf einen hölzernen Träger befestigte. An jedem ihrer Pole brachte ich einen Metallstreifen von 7 bis 8 Millimeter Länge, in vertikaler Stellung an, so daß das Goldblättchen zwischen beiden Streifen hing und diesen alle seine Punkte darbieten konnte. Die Wirkung, welche dasselbe erleidet, ist mithin viel beträchtlicher, als wenn es bloß den Endigungen jeder Säule unterworfen ist. Endlich hielten die angewandten Condensatorplatten 9 Zoll im Durchmesser. Die Empfindlichkeit des auf diese Art angeordneten Apparates ist so groß, daß eine mit Tuch geriebene Glasröhre, bei trockener Luft auf 8 bis 10 Fuß Entfernung wirkt, während das Elektroskop des Hrn. Bohnenberger von derselben Glasröhre nur eine Einwirkung auf 3 Fuß Abstand erleidet. Der elektrische Zustand der Hand oder der Haare übt in mehrere Fuß Entfernung einen Einfluß aus, und es ist daher unumgänglich nöthig, sich gegen diese Wirkungen sicher zu stellen, wenn man mit so delikaten Untersuchungen beschäftigt ist.

Mit diesem Instrumente versehen, habe ich folgende Versuche gemacht:

Ich stellte eine Messingkapsel auf die obere Platte, füllte sie mit Lösung von festem oder flüchtigen Alkali und setzte letztere dadurch mit dem Erdboden in Verbindung, daß ich einen Finger oder ein feuchtes Goldschlägerblättchen in selbiges tauchte; die untere

Platte stand überdies mit dem Boden in Leitung. Nach einer Weile ward die obere Platte abgehoben, worauf sich das Goldblättchen zum positiven Pol begab; folglich hatte die alkalische oder ammoniakalische Lösung, durch ihre Berührung mit dem Metall, positive Elektrizität angenommen, letzteres aber negative.

Als die alkalische Lösung durch Schwefelsäure ersetzt ward, waren die Wirkungen die umgekehrten; die Säure nahm negative und das Metall positive Elektricität an.

Ich habe auch versucht die elektromotorischen Wirkungen der Metalle in ihrem Contact mit Säuren oder Alkalien sichtbar zu machen, z. B. die des Platins. Zu diesem Zweck setzte ich auf die obere Platte des Condensators eine mit einer alkalischen Lösung gefüllte Platinkapsel, berührte darauf einerseits die untere Platte mit einem Platinstreifen und die Flüssigkeit anderseits mit dem Finger. Auf diese Weise wurden die elektromotorischen Wirkungen des Platins auf das Kupfer zerstört, weil sie auf beiden Seiten dieselben waren, und es blieb auf der oberen Platte nur die Elektricität, welche das Platin durch seine Berührung mit der Lösung angenommen hatte. Es ist oft nöthig zwischen dem Kupfer und der Platina einen Papierstreifen zu legen, denn der Apparat ist so empfindlich, daß eine sehr kleine Differenz in dem Zustande der Oberflächen der Metalle die elektromotorische Wirkung leicht abändert. Wenn man so verfährt, so findet man das nämliche Resultat wie oben, d. h. mit einer alkalischen Lösung nimmt das Platin negative Elektricität an, und mit concentrirter

Schwefelsäure positive. Eine Zinkkapfel nimmt negative Elektricität an, wenn sie mit einer Natronlösung gefüllt ist, und positive, wenn sie concentrirte Schwefelsäure enthielt. Wenn die Säure mit Wasser verdünnt ist, so wird keine Elektricität entwickelt.

Das Silber nimmt bei seiner Berührung mit einer alkalischen oder sauren Lösung nur eine sehr geringe Menge Elektricität an.

Im Allgemeinen nehmen bei gegenseitiger Berührung von sauren Flüssigkeiten mit Metallen, die letzteren positive und die ersteren negative Elektricität an; bei alkalischen Flüssigkeiten sind die Wirkungen entgegengesetzt. Ich sage im Allgemeinen, weil es eine große Anzahl von Fällen giebt, worin, wie bei dem Silber, die elektromotorischen Actionen nur höchst unmerklich sind; wo sie aber sichtbar gemacht werden können, da findet man stets die obigen Resultate.

Schon Davy fand, daß die alkalischen oder sauren Substanzen, welche in trockner und fester Form existiren können, sich durch den Contact mit Metallen elektrisiren, wie z. B. völlig trockne Klee- oder Bernsteinssäure negative Elektricität annehmen, wenn sie in Masse oder in Pulverform auf ein Kupferblech gelegt werden, während dieses positiv wird. Eben so fand dieser berühmte englische Chemiker, daß das Kali und das Natron, wegen der Schwierigkeit, mit der sie vom Wasser zu befreien sind, im Allgemeinen bei der Berührung keine Elektricität geben, daß sie aber auf kurze Zeit elektrisch werden, wenn man sie zuvor einer starken Glühhitze unterworfen hat. Auch suchte er mittelst sehr empfindlicher Instrumente, dem elektrischen Zustand einer isolirten sauren oder alka-

hischen Lösung zu bestimmen; nach ihrem Contact mit den Metallen waren die elektrischen Resultate Null.

Durch das Vorhergehende haben wir gefunden, daß die elektrischen Zustände, welche Davy beim Contacte einer trocknen Säure oder eines trocknen Alkalis mit einem Metall beobachtete, wo es folglich keine chemische Wirkung gab, auch auf die Fälle eine Ausdehnung finden, wo die Metalle mit sauren oder alkalischen Lösungen in Berührung kommen und also zuweilen der chemische Prozeß schon angefangen hat.

In den vorhergehenden Versuchen habe ich von den Elektrizitäten gesprochen, welche eine hinreichende Spannung besitzen um das Spiel der elektrischen Kräfte auf den beiden Condensatorplatten einzuleiten; bei den chemischen Actionen ist diese Spannung jedoch so gering, daß man eines anderen Instrumentes bedarf um die Gegenwart dieser Elektricitäten darzuthun. Von diesen werde ich in dem folgenden Aufsatz sprechen. Hier ist nur von der Elektrizität die Rede, die mittelst eines Condensators gesammelt werden kann.

Nachdem nun der elektrische Zustand der Lösung einer Säure oder Alkali mit *einem* Metall bestimmt war, handelte es sich noch darum, zu untersuchen, was geschehen würde, wenn dieselbe Lösung zwischen 2 verschiedene Metalle gebracht würde. Die Beantwortung dieser Frage ist unumgänglich nöthig, wenn man den Einfluß der Flüssigkeiten bei der Volta'schen Säule in Rechnung ziehen, und erkennen will, ob sie anders als leitende Körper wirken, die

die elektromotorischen Actionen der Metalle von einem zum andern überführen.

Man bediene sich hier wie vorhin einer Kupferschale, setze sie auf die obere Condensatorplatte und fülle sie mit einer stark durch Wasser verdünnten Lösung von Alkali oder Schwefelsäure. Bringt man nun einen Zinkstreifen in die Lösung, ohne jedoch mit diesem das andere Metall zu berühren, legt einen Finger auf die untere Platte, und hebt nach ungefähr 20 Sekunden die obere Platte ab, so biegt sich das Goldblättchen zum positiven Pol, und folglich hatte die Kupferschale positive Elektrizität angenommen.

Man kann auch den Versuch auf eine umgekehrte Art anstellen, auf die obere Platte eine Zinkkapsel mit einer der beiden Flüssigkeiten gefüllt, stellen; die untere Platte, zur Zerstörung der elektromotorischen Actionen dieses Metalles auf das Kupfer, mit dem Finger berühren und darauf in die Flüssigkeit einen Kupferstreif tauchen, den man mit den Fingern hält. Hebt man nun die obere Platte ab, so sieht man das Goldblatt sich gegen den negativen Pol begeben, und folglich hatte die Zinkkapsel negative Elektrizität angenommen. Man sieht durch diese beiden Versuche, daß wenn Zink und Kupfer durch eine alkalische oder saure Lösung getrennt sind, das Zink *negative* und das Kupfer *positive* Elektrizität annimmt, während beim gegenseitigen Contacte dieser Metalle das Umgekehrte Statt findet.

Ich habe eine große Anzahl Versuche über die elektromotorischen Wirkungen der Flüssigkeiten bei ihrer Berührung mit Metallen gemacht, eben so wie

über die, welche entstehen, wenn man eine Flüssigkeit zwischen 2 Metallen anbringt. Die Resultate derselben werde ich in einer andern Arbeit beibringen, die ich über die Rolle, welche die Flüssigkeiten in der Voltaischen Säule spielen, übernommen habe.

Ich habe auch untersucht, was bei Berührung eines Metalles mit einer Salzlösung vor sich geht, und zu diesem Zweck Kupfer und Kochsalzlösung genommen. Ersteres ward negativ und die Lösung positiv elektrisch. Dies Resultat zeigt uns, wie nach Hrn. Davy's jüngst gemachter Entdeckung eine Kupferplatte, die mit Zink oder Zinn in Berührung steht, geringere Veränderungen von Seiten des Meerwassers erleidet, als wenn sie von allem elektropositiven Metall entblöst ist; denn da man in der That nicht läugnen kann, daß sich zwei Substanzen im Moment ihrer Verbindung in verschiedenen elektrischen Zuständen befinden, und daß eine gewisse Beziehung zwischen diesen elektrischen Zuständen und den chemischen Actionen Statt findet, wie diese übrigens auch beschaffen seyn mag; so ist es fast gewiß, daß wenn man diese elektrischen Zustände verändert, auch in dem Spiel der Verwandtschaften eine Veränderung bewirkt wird. Da wir nun vorhin gefunden haben, daß die Kupferplatte bei ihrem Contacte mit der Kochsalzlösung negative Elektrizität annimmt, so folgt daraus, daß wenn man dieselbe Platte mit einem elektropositiven Metall in Berührung bringt, das Kupfer sich zwischen zwei Körpern befindet, die ihm dieselbe Art von Elektricität geben, eine Bedingung, welche, wie man weiß, dahin strebt, die elektromotorische Wirkung des Kupfers auf die Salz-

lösung zu vernichten. Mithin sind die Sachen, zufolge der elektrochemischen Theorie, so angeordnet, daß die chemische Einwirkung des Kochsalzes auf das Kupfer geschwächt wird.

Ich beschliesse diesen Aufsatz mit der Anzeige eines Verfahrens, wodurch man mittelst der Elektrizität die Veränderungen erkennen kann, welche gewisse Lösungen bei Berührung mit der atmosphärischen Luft erfahren.

Gesetzt, man habe Eisen in Salpetersäure gelöst, und die Flüssigkeit filtrirt; taucht man nur zwei Platinstreifen hinein, welche mit den Enden des Galvanometerdrahtes in Verbindung stehen, läßt einen derselben in der Flüssigkeit, zieht aber den andern heraus und taucht ihn von Neuem ein, so erzeugt sich ein elektrischer Strom, der von dem zuletzt eingetauchten Streifen zu dem andern übergeht, d. h. der letztere wird negative Elektrizität annehmen. Verfährt man umgekehrt, so hat auch der Strom entgegengesetzte Richtung. Im Allgemeinen wird der aus der Flüssigkeit herausgezogene und wieder hineingetauchte Streifen positive Elektrizität bekommen.

Lösungen von salpetersaurem Kupfer oder Blei geben ähnliche Resultate, besitzen aber diese Eigenschaft nicht bleibend, sondern verlieren sie allmählig, und nach Verlauf von einigen Stunden ist sie ganz unmerklich geworden.

Frisch bereitetes salpetersaures Zink zeigt nichts diesem Aehnliches.

Man kann wohl voraussetzen, daß die so eben beschriebenen Erscheinungen von den Veränderun-

gen erzeugt werden, welche die den Streifen benetzende Flüssigkeit bei Berührung mit der Luft erleidet, und um sich hievon zu vergewissern, muß man zeigen, daß sie nicht Statt finden, wenn das umgebende Mittel aus Hydrogengas besteht. Ich nahm ein Glasrohr von 6 Millimeter Durchmesser, verschloß eins seiner Enden mit einem Korkstöpsel, und steckte durch diesen einen Draht, der sich in einem Platinstreifen endigte; hierauf füllte ich das Rohr mit Wasserstoffgas und tauchte es in die salpeterfaure Lösung. Der Platinstreifen war so angebracht, daß er die Flüssigkeit nicht mehr berührte wenn das Rohr ein wenig aus der Lösung herausgezogen ward. Durch dieses Verfahren habe ich erkannt, daß wenn, mit Ausschluss der atmosphärischen Luft, alle Umstände dieselben waren wie vorhin, keine Strömungen Statt finden.

Es ist also bewiesen, daß zur Erzeugung der elektrischen Strömungen, welche bei dem obigen Eintauchen der Platinstreifen in frisch bereitete salpeterfaure Lösungen stattfinden, die Berührung mit atmosphärischer Luft wesentlich ist; aber welche augenblickliche Veränderung erleidet die Flüssigkeit, die an dem herausgezogenen Platinstreifen haften bleibt? Bis zu einem gewissen Punkt kann man hievon Rechenschaft ablegen. Die Lösungen der Metalle in Salpetersäure geben zu verschiedenen Verbindungen Anlaß. Beim Eisen z. B. bilden sich Salpetergas, salpetrige Säure, salpeterfaures Oxydul- und Oxydsalz; bald darauf geht das Salpetergas in salpetrige Säure über, und das salpeterfaure Oxydul wird zu salpeterfaurem Oxyd, so daß nach Verlauf einiger

Zeit nur allein das letztere in der Flüssigkeit vorhanden ist. Zieht man nun den Platinstreif aus der Flüssigkeit, so wird die Schicht, welche den ersteren folgt, vermöge ihrer geringen Dicke augenblicklich durch die Luft die Veränderungen erleiden, welche in der übrigen Masse der Lösung erst nach mehreren Stunden eintreten. Es folgt daraus daß man bei einer abermaligen Eintauchung des Streifens, zwei Flüssigkeiten in Berührung bringt, die nicht genau dieselben Bestandtheile enthalten, und folglich widersetzt sich nichts der Erzeugung eines elektrischen Stromes.

Auf der andern Seite giebt die Lösung des Zinkes in Salpetersäure, bei wiederholter Eintauchung des Platinstreifens, zu keinem Strome Gelegenheit, obgleich sie Salpetergas und salpetrig saures Gas einschließt; es ist aber wahrscheinlich, daß dieser Umstand daher rührt, daß das Zink nur eine einzige Oxydationsstufe besitzt und seine salpetersaure Lösung also keine Veränderung an der Luft erleiden kann.

*) Man vergleiche damit die analogen Versuche des Hrn. Ritter v. Yelin Bd. 73. S. 365 u. folg. (P.)

IV.

Ueber die Elektricitätsentwicklung bei chemischen Actionen und über die Vertheilung der Elektricität in der Volta'schen Säule bei Berücksichtigung der elektromotorischen Einwirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle;

VON

Herrn BECQUEREL *).

In einem frühern der Akademie überlieferten Aufsatze habe ich gezeigt, daß der größte Theil der elektromagnetischen Erscheinungen, welche ich bei den verschiedenen chemischen Actionen beobachtete, nicht allein von dem Spiel der Verwandtschaften erzeugt wurde, sondern auch von andern Ursachen, namentlich von den elektromotorischen Einwirkungen der Flüssigkeiten auf das angewandte Platingefäß. Jetzt da die verschiedenen störenden Einflüsse bekannt sind, werde ich suchen sie zu entfernen, damit wir es nur mit dem aus der Molekularattraction entspringenden elektrischen Erscheinungen zu thun haben. Die Verbindungen der Säuren mit den Alkalien sollen uns zunächst beschäftigen.

Man nehme 2 gleiche Porzellanschalen, bringe eine alkalische Lösung in die eine, und eine Säure in die andere und verbinde darauf beide mit einem Platinstreifen. Taucht man nun in jede Schale, eins der

*) nach d. Ann. d. Ch. et Ph. XXVI. 176.

in Platin auslaufenden Enden des Galvanometers (des um die Bouffole, parallel mit der Magnetnadel, mehrfach umschlungenen, überspannenen Metalldrahtes) so wird man keine elektromagnetische Effekte gewahr werden, weil alle elektromotorische Einwirkungen der beiden Flüssigkeiten auf das Platin gegenseitig gehoben sind. Legt man nun auf den intermediären Platinstreifen einen Amianthdocht, so hat man augenblicklich einen elektrischen Strom, in welchen die positive Elektrizität vom Alkali, die negative aber von der Säure ausgeht und dieser ist allein von der Einwirkung der Säure auf das Alkali entstanden.

Will man beobachten was bei der chemischen Einwirkung einer Säure auf ein Metall vor sich geht, unabhängig von aller elektromotorischen Aktion, so verfähre man folgendermaßen. Ein Goldblatt eingewickelt in einen Streifen Josephpapiers und befestigt zwischen der Platinpincette, welche an einem Ende des Galvanometers angebracht ist, tauche man in eine mit Salpetersäure gefüllte Platinschale, und bringe das andere Ende des ebenfalls aus Platin bestehenden Drahtes mit der Säure in Berührung. Die elektrischen Erscheinungen werden Null seyn. Fügt man aber nur einen einzigen Tropfen Salzsäure hinzu, so wird in demselben Augenblicke das Gold angegriffen und die Magnetnadel abgelenkt. Die Richtung derselben zeigt, daß wie vorhin die Säure positive und das Gold negative Elektricität angenommen hat, und da diese Wirkung durch einen einzigen Tropfen Salzsäure in der Salpetersäure erzeugt ward, so ist es bewiesen, daß die chemische Aktion die einzige Ursache des Stromes war.

Kupfer - oder Zinkstreifen statt des Goldblattes, bewirken ähnliche Resultate ohne dafs es nöthig ist Salzsäure hinzuzufügen. Ich mufs jedoch bemerken dafs der elektrische Strom oft seine Richtung ändert, ohne dafs man davon den Grund angeben kann, aber ungeachtet dieser Anomalie, sieht man dafs im Allgemeinen bei der Einwirkung einer Säure auf ein Alkali oder Metall, erstere sich der positiven Elektricität bemächtigt *). Wenn man über das nachdenkt, was bei der Einwirkung einer Säure auf ein Metall vor sich geht, so sieht man dafs dabei eine grofse Anzahl chemischer Erscheinungen statt haben, und dafs der beobachtete elektrische Strom gewissermafsen nur die Resultante aller elektrischen Wirkungen ist, die sich im Moment der Erscheinung erzeugen; man darf sich deshalb nicht wundern bei dem elektrischen Strome oft Anomalien anzutreffen. Will man die Einwirkungen einer Säure auf ein Metall beobachten, so mufs man Sorge tragen, denjenigen Platinstreifen, welcher die Elektricität der Säure erhält, mit Josephpapier zu umwickeln, weil vor allem wenn man Zink anwendet es sich ereignet, dafs einige losgerissene Oxyd- oder Metalltheilchen das Platin treffen und darauf eine elektromotorische Wirkung ausüben, welche die Richtung des elektrischen Stromes ändert. Diese Vorsicht hebt eine grofse Anzahl der Anomalien, von denen so eben die Rede war.

*) Dafs die Erscheinungen auch durch den Wassergehalt der sauren oder alkalischen Lösung bedingt werden, ist ebenfalls nicht zu übersehen; bei einer gewissen Concentration derselben, findet keine Ablenkung der Nadel statt. P.

Es handelt sich jetzt darum die wichtige Frage zu untersuchen, ob die während der chemischen Wirkung erzeugte Wärme nicht die Ursache der elektrischen Erscheinungen sey, welche wir dem Spiel der Verwandtschaften beigelegt haben.

Ohne die Erscheinungen der Molekularattraction erschöpfend einzusehen, können wir jedoch zeigen, daß mindestens die Temperaturerhebung nicht die Hauptursache derselben ist und es giebt hierzu zwei Wege, nämlich 1) die entwickelte Wärme fortzuschaffen und 2) zu beweisen, daß Temperaturerhöhungen zu elektromagnetischen Erscheinungen Anlaß geben, die den beobachteten entgegengesetzt sind.

Um die durch die chemische Wirkung erzeugte Wärme zu entfernen, wende man statt des Kupferstreifens, einen hohlen Cylinder desselben Metalles an und fülle ihn mit Eis oder mit einer leicht in Fluß gerathenden festen öligen Substanz. Die entwickelte Wärme wird dann zur Schmelzung dieser Körper verwandt und die Temperatur bleibt constant.

Zum Beweise des zweiten Satzes, befestige man einen Platinlöffel an das eine Ende des Galvanometers, gieße eine alkalische Lösung in denselben und tauche darauf das andere ebenfalls aus Platin bestehende Ende des Drahtes hinein. Es wird sich im Allgemeinen kein elektrischer Strom erzeugen. Erhitzt man nun den Platinlöffel durch eine Lampe, so wird sogleich ein Strom entstehen, und die positive Electricität von der erhitzten, die negative von der andern Seite geliefert werden. Läßt man nun Salpetersäure auf einen Kupferstreifen wirken, so ist es klar,

daß während des chemischen Processes, dieses sich schneller erhitzt, als die Säure, weil im Allgemeinen die Metalle bessere Wärmeleiter sind, als die Flüssigkeiten und demzufolge mußte, wenn die Wärme den Strom erzeugte, die positive Elektricität von dem Kupfer ausgehen. Die Erfahrung zeigt aber das Gegentheil und dadurch ist es bewiesen, daß die beobachteten elektrischen Erscheinungen nicht alleinig von der Temperaturdifferenz erzeugt werden.

Bis jetzt war nur von den elektrischen Strömen die Rede, es handelt sich nun darum zu untersuchen, ob nicht, mittelst der großen Empfindlichkeit des im vorigen Aufsatze beschriebenen condensirenden Elektroskopes, Spuren von elektrischer Spannung während der Einwirkung einer Säure auf ein Metall aufgefunden werden können. Man setze daher auf die obere Platte des Condensators eine Kupferschale, gieße etwas Salpetersäure hinein, und tauche nun in die Säure einen Blattgoldstreifen, während man die untere Platte mit dem Finger berührt. Das Goldblättchen bleibt aber nach Aufhebung der obern Platte unverrückt an seinem Orte, und folglich war die bei dem chemischen Prozesse entwickelte Elektricität nicht fähig durch den Condensator angehäuft zu werden. Dasselbe findet bei der Einwirkung der verdünnten Schwefelsäure auf Zink und im Allgemeinen bei jeder Einwirkung einer Säure auf ein Metall Statt.

Mittelst des Galvanometers haben wir gesehen, daß unter übrigens gleichen Umständen, die Säure positive und das Alkali oder Metall negative Elektricität annimmt, während wenn keine chemische Ac-

tionen Statt haben, das condensirende Elektroskop eine negative Elektricität an den Säuren und eine positive an den Alkalien zeigt, diese merkwürdige Differenz zwischen den elektrischen Erscheinungen der Berührung und den der chemischen Actionen, war, ehe sie durch Versuche bestätigt ward, von Hrn. Ampère vorhergesagt und schon vor 3 Jahren auf eine sinnreiche Art erklärt. In einem an Hrn. van Beek gerichteten Briefe (Journal de Physiq. Oct. 21.) stellt er nämlich auf, daß die Moleküle der Körper in einem beständigen von ihrer Natur abhängenden elektrischen Zustand befindlich sind; ein Oxygenpartikelchen ist so z. B. beständig electronegativ, zerlegt das ihn umgebende neutrale Fluidum und zieht die positive Elektricität an, während es die negative Elektricität abstößt. Dadurch bildet es um sich eine Atmosphäre, die die Wirkungen versteckt, welche die eigene negative Elektricität des Partikels nach außen erzeugen würde, gleichwie eine Leidner Flasche, die innerlich negativ geladen ist und deren äußere Belegung mit dem Boden in Verbindung steht.

Ein Hydrogenpartikelchen besitzt eben so, obgleich es beständig positiv ist, eine Hülle von negativer Elektricität, und diese gilt von allen Körpern. Die, welche eine saure Tendenz haben, sind im Fall des Oxygens, die von einer alkalischen Natur im Fall des Hydrogens. Kommen nun zwei Metalle mit einander in Berührung, so wird, da wegen der verschiedenen Natur derselben das elektrische Fluidum, welches die Partikelchen eines jeden umgiebt, aus positiver und negativer Elektricität in verschiedenen Verhältnissen besteht, das Fluidum, welches die Atmo-

Sphären der Theilchen eines der Metalle bildet, dahin streben, sich zum Theil mit dem Fluidum des andern Metalles zu verbinden und diese Atmosphären theilweise vernichten, wodurch alsdann die dem Partikelchen eigene Elektrizität aufhört gebunden zu seyn und sie ihre Wirkungen nach außen zeigen kann.

Gesetzt, es wären Zink und Kupfer mit den Enden des Galvanometerdrahtes durch Vermittlung eines zwischen ihnen befindlichen Körpers, dessen elektromotorische Action vernachlässigt werden kann, verbunden, so wird das Kupfer, welches im negativen Zustand ist, die positive Elektricität des Drahtes anziehen, und die negative abstoßen, welche gegentheils vom Zinke angezogen wird. Hiedurch ist das neutrale Fluidum des Drahtes zerlegt und seine Elemente bilden um die Partikelchen des Zinkes und Kupfers Atmosphären, ähnlich denjenigen, welche die Partikel vor ihrer gegenseitigen Berührung befaßen. Dauert aber der Contact fort, so zerstören sie sich von Neuem und es findet ein beständiger Strom Statt, welcher vom Zink zum Kupfer übergeht.

Wird das Kupfer durch eine saure und das Zink durch eine alkalische Substanz ersetzt, so werden, da die relativen elektrischen Zustände dieselben sind, auch die Wirkungen die nämlichen bleiben, wenn nur Säure und Alkali im Contacte verharren, ohne sich miteinander zu verbinden. Vereinigen sich aber die sauren und alkalischen Theilchen, so werden, da in dem erfolgenden Neutralsalze die jeden eigenthümliche Elektricität durch die der andern gebunden ist,

die Theilchen des Neutralsalzes keiner elektrischen Atmosphären mehr bedürfen und die sauren und alkalischen Theile lassen demnach die sie umgebenden Elektricitäten entweichen. Ein Theil der letzteren findet seine Wiedervereinigung in der Flüssigkeit, und daraus entsteht eine Erhöhung der Temperatur; ein anderer aber folgt dem Galvanometerdraht, falls die Säuren und Alkalien mit diesem in Verbindung stehen, und zwar geht die positive Elektricität der Atmosphäre der Säuretheile von dem Ende des Drahtes aus, der mit der Säure in Verbindung steht, und die negative Elektricität, welche die Theile des Alkali umgab, in entgegengesetzter Richtung vom Alkali zur Säure. Darans entsteht ein elektrischer Strom, der der umgekehrte von dem ist, welchen man beim bloßen Contacte wahrnimmt.

Wir haben hier die Theorie des Hrn. Ampère etwas ins Einzelne entwickelt, weil sie bis jetzt auf eine genügende Art die elektromagnetischen Erscheinungen erklärt, welche man bei den verschiedenen Molekulattractionen beobachtet. Dessen ungeachtet darf man nicht verhehlen, daß sie auch Einwürfen ausgesetzt ist, denn wie läßt sich durch sie das Verhalten einer aus zwei Partikeln bestehenden Verbindung, deren eine positiv und das andere negativ ist, in Bezug auf ein drittes erklären? Aber dennoch kann sie zur Beantwortung der Frage dienen: ob bei Vereinigung der Lösungen zweier fester Substanzen, eine bloße Mengung oder wirkliche Mischung stattfindet. Im Fall daß ein bloßes Gemenge entsteht, werden nämlich die Substanzen dieselben Elektricitäten wie im festen Zustande zeigen, was man erkennt, wenn

man die beiden Lösungen mittelst eines Decktes von Amianth in Berührung bringt; bei einer chemischen Mischung ist aber der Erfolg der umgekehrte. Als Beispiel können wir hier Citronensäure und Salmiak, Citronensäure und Kochsalz etc. anführen, die unter beiden der genannten Umstände dieselben elektrischen Erscheinungen zeigen, und da sie keine chemische Verbindungen bilden, dem Obigen zum directesten Beweise dienen. Unglücklicherweise ist die Zahl der Körper, welche man diesen Versuchen unterwerfen kann, sehr gering, indem die meisten chemischen Verbindungen schlechte Leiter der Elektricität sind und kaum wahrnehmbare elektromotorische Einwirkungen auf einander ausüben.

Ueber die Vertheilung der Elektricität in der Volta'schen Säule, wenn man Rücksicht nimmt auf die elektro-motorischen Wirkungen der Flüssigkeiten auf die Metalle.

Man weiß, daß Volta die elektro-motorischen Wirkungen der flüssigen Leiter auf die Metalle vernachlässigte, weil er sie nicht bestimmen konnte; da wir indess ein Mittel gefunden haben sie bemerklich zu machen, so müssen wir auch suchen sie mit den übrigen elektrischen Erscheinungen zu verbinden.

Wir zeigten vorhin, daß wenn man eine Kupferschale mit sehr verdünnter Schwefelsäure füllt, und einen Zinkstreifen mit der Vorsicht hineintaucht, daß sich beide Metalle nicht berühren, das Gefäß alsdann positive und der Zinkstreifen negative Elektricität annimmt, während das Umgekehrte stattfindet wenn das Gefäß eine alkalische Lösung enthält. Dieses Resultat zeigt, daß die Hauptentdeckung Volta's, nach

welcher an einer ganz aus Metall erbauten Säule die Spannungen beider Enden eben so sind, als wenn sie in unmittelbarer Berührung ständen, nicht auf den Fall anwendbar ist, wo eine flüssige Säure oder Alkali sich zwischen beiden Metallen befindet, denn das Zink würde positive und das Kupfer negative Elektricität annehmen müssen, während gerade das Gegentheil stattfindet.

Man stelle nun durch $+\delta$ und $-\delta$ die elektrischen Zustände des Kupfers und Zinkes dar, wenn diese Metalle durch eine saure Lösung getrennt sind und durch $-\frac{1}{2}$ und $+\frac{1}{2}$ die Elektricitätsgrößen, welche sie durch Berührung annehmen, und lege auf das Zink eine Kupferscheibe. Diese wird außer dem $-\frac{1}{2}$ was sie vom Zink erhält, auch mit ihm die Elektricität $-\delta$ theilen, welche sie zuvor besaß, und überdies wird die Flüssigkeit als leitender Körper auch der ersten Kupferscheibe die $+\frac{1}{2}$ Elektricität des Zinkes zuführen, so daß die elektrischen Zustände seyn werden:

untere Kupferscheibe ; Flüssigkeit ; Zink ; obere Kupferscheibe
$+\frac{1}{2} + \delta$ - $+\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\delta$ $-\frac{1}{2} - \delta$

fügt man eine zweite Lage von Flüssigkeit und Zink hinzu, so ergibt sich:

unt. Kupf. ; Flüssig. ; Zink ; Kupf. ; Flüssig. ; Zink
$+\frac{1}{2} + \delta$ - $+\frac{1}{2}$ $-\frac{1}{2}$ - $-\frac{1}{2} - \delta$

und so fort. In dieser Vertheilung sind wir der von Volta angegebenen Regel gefolgt, und wenn gleich sich die Spannungen nicht messen lassen, so kann man

doch mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Sachen wirklich so vor sich gehen. Es ist demnach gewiss, daß die elektromotorischen Wirkungen der leitenden Flüssigkeiten auf die Metalle der Volta'schen Säule, die elektrischen Spannungen ihrer verschiedenen Elemente zu vermehren streben.

Für den Einfluß der chemischen Wirkung auf die Ladung der Säule, oder besser auf die Schnelligkeit des beim Schliessen derselben erregten Stromes haben wir noch nicht Thatfachen genug um die Frage zu beantworten; wir haben daher hier nur den Anwuchs der Spannung betrachtet, welcher aus elektromotorischen Actionen entsteht, die von den flüssigen Leitern auf die Metallplatten der Säule ausgeübt werden.

V.

Ueber die elektromotorischen Wirkungen des Wassers und der Flüssigkeiten im Allgemeinen auf die Metalle, und von den elektrischen Wirkungen, welche 1) beim Contacte gewisser Flammen mit den Metallen und 2) bei der Verbrennung stattfinden;

von

Herrn BECQUEREL *).

Ueber die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf die Metalle.

Seit einiger Zeit hatte ich versucht, die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf ein Metall zu bestimmen, aber meine ersten Versuche waren nicht befriedigend, denn der Condensator besaß keine hinreichende Empfindlichkeit und überdies zeigte sich auch die Verfahrungsart nicht als zweckmäßig. Ich legte auf die obere Platte des Condensators einen Papierstreif und setzte auf diesen ein Metallgefäß, in welchem Wasser enthalten war; aber ich erkannte bald, daß dieser Papierstreif die Entstehung elektromotorischer Actionen zwischen jenem und den Metallen nicht hindere, und es also unmöglich war die schwache Elektricität zu sammeln, welche das Metallgefäß während seiner Berührung mit Wasser erhielt.

*) Ann. d. Ch. et Ph. XXVII. 5.

Seitdem erinnerte ich mich, daß die Elektrizität durch Unterlagen von Glas und Holz, wenn sie auch nur mäßig angefeuchtet sind, sehr schnell entweicht, eine Eigenschaft, welche zwar schon von Coulomb aufgefunden war, aber erst kürzlich von Hrn. Rouffseau in völliges Licht gesetzt wurde, indem er mit einem Elektrometer von seiner Erfindung zeigte, daß alle schlecht leitende Körper, wenn sie mit einer Schicht von hygrometrischem Wasser bedeckt sind, geringe Quantitäten von Elektrizität ohne Schwierigkeit fortleiten *). Diesem zufolge nahm ich ein klei-

*) Hrn. Rouffseau's Apparat, die verschiedenen Stufen des Leitungsvermögens der Körper für Elektrizität annähernd zu bestimmen, ist nach Hrn. Ampère's und Dulong's Bericht, kürzlich folgendermaßen beschaffen. Eine trockne Säule, erbaut von Zink und Raushgold nebst dazwischen gelegten Scheiben von Pergament, die mit einer Mischung aus gleichen Theilen Mohn- und Terpentinöl getränkt sind, macht den Hauptbestandtheil desselben aus. Diese Säule ist zur Abhaltung der Luft an den Seiten mit einem Harzüberzug bedeckt, steht unten mit dem Boden in Verbindung und ist am oberen Ende durch einen Metalldraht mit einem isolirten vertikal stehenden Stift verbunden, auf welchem eine schwach magnetisirte Stahl-nadel in horizontaler Richtung schwebt. In gleicher Höhe mit dieser Nadel, und in einem Abstände von dem Stift, der nahe der halben Länge der Nadel gleich ist, befindet sich eine isolirte Metallkugel, die aber mit der Säule in Verbindung steht. Durch diese Vorrichtung kann sich die an dem oberen Pol der Säule angehäuften Elektrizität zugleich auf Nadel und Kugel ausbreiten, und man sieht, daß erstere von der letzteren abgestoßen werden muß. Bringt man nun den Stift und die Kugel in den magnetischen Meridian, so wird die Nadel die Kugel berühren, und so lange unbeweglich bleiben als man diesen Apparat nicht mit der Säule verbindet. Von dem Augen-

nes-Gefäß von Holz oder Porzellan, füllte es mit destillirtem Wasser, und setzte es, nachdem ich seine Wände schwach befeuchtet hatte, auf die obere Platte des Condensators. Da das Gefäß zuweilen eine obgleich schwache elektromotorische Wirkung auf die obere Platte ausübt, so zerstörte ich diese dadurch, daß ich die untere Platte mit einem Gefäß von derselben Masse berührte. Man kann diese Vorsicht selbst bis zum Füllen mit destillirtem Wasser treiben, taucht man darauf in dieses einen Finger, so hat man gegenseitig die Wirkung des Wassers auf das Holz berücksichtigt.

blicke an, wo aber die Verbindung vollzogen ist, wird die Nadel abgestossen und nach einigen Schwingungen eine Gleichgewichtsstellung annehmen, die von elektrischer Kraft der Säule und der magnetischen der Nadel abhängig ist:

Um diesen Apparat zur Untersuchung der verschiedenen Grade des Leitungsvermögens anzuwenden, reicht es hin, den elektrischen Strom durch die zu prüfenden Körper zu unterbrechen, jedoch mit der Vorsicht, die Dicke, welche die Elektrizität von ihnen zu durchlaufen hat, bei allen gleich zu machen. Geschieht der Durchfluß der zur größten Ablenkung der Nadel erforderlichen Elektrizitätsmenge nicht augenblicklich, so kann die Zeit, welche erforderlich ist damit die Nadel in ihre stabile Lage gelange, als Maass der Leitbarkeit des angewandten Körpers betrachtet werden.

Um Flüssigkeiten diesen Prüfungen zu unterwerfen, bringt Hr. Rousseau diese in kleine Gefäße, die durch ihren Fufs mit der Nadel und Kugel in Verbindung stehen; taucht hierauf das eine Ende eines Metalldrahtes in die Flüssigkeit und bringt dadurch stets eine gleich große Metallfläche mit dieser in Berührung, daß er einen Theil des Drahtes mit Schellack überzieht. Dann mißt er die Dauer der Bewegung der Nadel

Nun tauche man Streifen von verschiedenen Metallen, die in der Hand gehalten werden, in eins der beiden Gefäße, mit der Vorsicht die Wände nicht zu berühren, während die andere Platte mit dem Erdboden in Verbindung steht. Zink, Eisen, Blei, Zinn, Kupfer etc. theilen ihm positive Elektricität mit, hingegen Gold, Silber etc. ihm negative Elektricität geben. Das Wasser ist folglich positiv mit dem am meisten positiven Metalle, und negativ mit denen, die es am wenigsten sind; es verhält sich also mit den (leicht) oxydirbaren Metallen, wie ein Alkali in Berührung mit einer Säure, sobald zwischen diesen keine chemischen Wirkungen stattfinden.

von dem Augenblick an, worin die Verbindung mit der Säule durch das andere Ende des Drahtes bewirkt ward.

Auf diese Art hat Hr. Rousseau z. B. gefunden, daß das Olivenöl, in Vergleich mit andern pflanzlichen und thierischen Oelen ein sehr geringes Leistungsvermögen besitzt, denn unter übrigens gleichen Umständen waren zu einer gewissen Ablenkung beim Olivenöl 40' ; beim Buchecker- oder Mohnöl hingegen nur 27" erforderlich. Versetzte er nun das Olivenöl auch nur mit dem hundertsten Theil eines fremden Oeles, so fiel die zu demselben Effect nöthige Zeit sogleich auf 10', und deshalb glaubt Hr. Rousseau dieses Instrument geeignet, die Verfälschungen des Olivenöls mit andern Oelen zu entdecken.

Hr. Rousseau fand hiedurch ferner, daß feste Fette weniger gut leiten, als animalische Oele, was ohne Zweifel von dem größeren Gehalt der ersteren an Stearine herrührt, denn von der durch Hrn. Chevreul bereiteten Oleine und Stearine zeigte sich ihm die erstere merklich besser leitend als die letztere. Ein thierisches Fett leitet übrigens um so schlechter, je älter das Individuum war, von dem es gewonnen ist. Es ergab sich auch ein beträchtlicher Unterschied im Leistungsvermögen.

Die selben Erscheinungen stellen sich ein, wenn das Wasser eine geringe Menge Schwefelsäure enthält, obgleich es alsdann durch Zink und Eisen zer-
setzt wird, und diese Metalle angegriffen werden. Die chemische Wirkung hat also unter diesen Umständen, die elektrischen Erscheinungen, welche aus dem Contacte der Metalle erfolgen, nicht verhindert.

Diese Versuche erfordern große Vorsicht; die Oberfläche jedes Metalles muß völlig gereinigt oder polirt werden, und nicht mit Schmirgelpapier, sondern mit gepulvertem Glase, damit auf dieser keine Schmirgelkörner haften bleiben, die eine elektromog-

gen des Harzes, des Gummilacks, des Schwefels, der Seide, des gemeinen und des Krystall-Glases.

Bei den geistigen, wässerigen, sauren, alkalischen oder neutralen Flüssigkeiten konnte Hr. Rousseau keinen Unterschied im Leistungsvermögen wahrnehmen, da die Zeit, in der die Nadel zu dem Maximum ihrer Ablenkung gelang, zu kurz war, als daß man eine ungleiche Dauer hätte beobachten können. Man würde indess die verschiedenen Grade dieser Fähigkeit durch eine ähnliche Abänderung des Apparates leicht abschätzen können, wie die, durch welche die Verhältnisse eines Oelgemisches bestimmt wurden (welche aber nicht näher angegeben sind; die verschiedene Dicke der flüssigen Schichten würde hier vielleicht den Maassstab liefern. P.)

Es würde leicht möglich und zugleich sehr wünschenswerth seyn, diese Prüfung bei verschiedenen Körpern mit beiden Elektricitäts-Arten anzustellen, wozu es hinreicht, daß man abwechselnd jeden Pol der Säule mit dem Boden in Verbindung setzt. Nach den früher von Hrn. Erman erhaltenen Resultaten ist es sehr wahrscheinlich, daß sich Unterschiede bei einigen Substanzen finden werden.

(nach den Ann. de Chim. et Phys. T. XXV. 373.)

torische Wirkung erzeugen könnten. Es verdient auch den Vorzug, sich eines mäßig angefeuchteten Gefäßes von Holz zu bedienen, weil dieses, wenn seine Fibern mit Feuchtigkeit angeschwängert sind, die Elektricität mit größerer Leichtigkeit fortführt, als Glas oder Porzellan. Ungeachtet dieser Vorsichtsmaßregeln erhält man zuweilen keine Resultate; aber wenn sich die Erscheinungen darbieten, so zeigen sie sich in der angeführten Ordnung.

Vielleicht könnte man glauben, daß die kleinen Elektricitätsmengen, welche zuweilen der dünnen Firnißschicht anhängen, mit der jede Condensatorplatte überzogen ist, das Daseyn der Resultate stören, oder zu Irrthümern führen, vor Allem bei den Versuchen, bei welchen die Entwicklung der Elektricität nur geringe ist. Indess ist diese nicht der Fall, denn ich habe Maßregeln getroffen, welche gegen ähnliche Wirkungen sichert. Bevor ich einen Versuch anfang, versicherte ich mich zu wiederholten Malen, daß die Platten keine Elektricität enthielten, und wenn sich diese fand, so erhitzte ich die Platten hinreichend stark um dieselbe zu vertreiben, oder brachte, wie es Hr. Pouillet gethan, eine Zinnscheibe zwischen beide Platten, durch welche Zwischenlage sich die geringen auf der Oberfläche der Firnißschichten befindlichen Elektricitätsmengen wieder vereinigen. Ferner ward nach einander jede der beiden Platten als Collector gebraucht, und deshalb jede so angeordnet, daß sie ein Gefäß aufnehmen konnte. Hat man eine verschiedene Elektricität erhalten, so ist dies ein Beweis, daß, abgesehen von den störenden Einflüssen, der Versuch gelang. Ueberdies dienen die

Gesetze, welchen die meisten der Resultate unterworfen sind, zum Beweise der Genauigkeit dieser Versuche.

Ich muß noch einem anderen Einwurfe zuvor- kommen: wenn man auf eine Condensatorplatte ein Gefäß setzt von Porcellan oder Glas etc. und dieses mit dem Finger berührt, welcher, wie man weiß, kein guter Leiter ist, so ladet sich der Condensator nicht. Taucht man nun einen so vortrefflichen Leiter, wie ein Metallstreif in das Wasser, so könnte man glauben, daß die vorausgesetzte Elektrizitätsentladung, welche das Gefäß bei seiner Berührung mit der Platte erleidet, viel schneller eintrete und der Condensator sich laden muß; indess geschehen die Sachen nicht auf diese Art, denn sonst müßten alle Metalle bei Berührung mit Wasser dieselbe Elektrizität annehmen, was nicht der Fall ist. Indem man das Metall mit den Fingern hält, vermehrt man auch nur augenblicklich die Leitbarkeit, weil die Elektrizität, nachdem sie das Metall durchdrungen hat, genöthigt ist, von Neuem in die Hand überzugehen, wo sie dieselben Hindernisse findet, als wenn man mit dem Finger die Flüssigkeit berührte. Es ist also bewiesen, daß das, was wir beobachteten, wirklich die elektromotorischen Wirkungen des Wassers auf die Metalle waren.

Nachdem diese Wirkungen aufgefunden waren, versuchte ich, ob nicht ihre Intensitäten vermehrt oder verringert würden, wenn man die Oberfläche der Metalle unter gewissen Umständen veränderte. Einen Goldstreifen, der auf einige Zeit in Salpetersäure getaucht und darauf zu wiederholten Malen mit Wasser gewaschen war, ward mit dem Wasser-jenes Holz-

gefäßes in Berührung gebracht. Es erfolgte eine viel beträchtlichere Entwicklung von Elektrizität und das Wasser ward negativ. Als derselbe Goldstreif darauf in eine Kalilösung getaucht ward, verlor er einen großen Theil seiner Fähigkeit sich durch Berührung mit Wasser zu elektrifiziren. Ein Platinstreif bot ähnliche Resultate dar. Diese Erscheinungen haben eine entfernte Aehnlichkeit mit denen, welche die Hrn. The-nard und Dulong beobachteten, bei ihren Untersuchungen über die Fähigkeit gewisser Körper die Verbindung gasförmiger Stoffe zu befördern. Sie fanden nämlich, daß ein neuer Platindraht, welcher sich nicht erhitzte, wenn er bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Hydrogengase in Berührung kam, sogleich die Fähigkeit erhielt ins Glühen zu gerathen, wenn man ihn zuvor einige Minuten lang in Salpetersäure gelegt und von dem Säureüberschuß wieder befreit hatte. Diese erlangte Eigenschaft besaß der Platindraht länger als 24 Stunden. Ich habe gefunden, daß ein Goldstreif die Eigenschaft: sich in Berührung mit Wasser stark zu elektrifiziren, mehrere Stunden lang behält. In der Folge werde ich auf diese Erscheinungen wieder zurückkommen, die ich hier nur angezeigt habe.

Elektrische Erscheinungen, welche bei dem Contacte zweier Metalle mit einer Flüssigkeit beobachtet wurden.

Ich habe schon bemerkt, daß die elektrischen Erscheinungen, welche man beobachtet, wenn zwei Metalle durch eine Flüssigkeit geschieden sind, denjenigen nicht ähneln, welche statthaben, wenn die Flüssigkeit durch ein Metall ersetzt wird; denn wie es

schon Volta fand, dient im letzteren Fall das zwischengelegte Metall nur als Leiter, während ich vorhin zeigte, daß dies bei den Flüssigkeiten nicht stattfindet. Es ist wahrscheinlich, daß hier die elektrische Spannung eines jeden Metalles von einer Differenz der Wirkung abhänge, und man kann diesen Grundsatz so lange annehmen, bis die Erfahrung seine Unzulänglichkeit erwiesen hat. Man nehme z. B. das Kupfer und Zink, bezeichne die elektrischen Spannungen des Kupfers und der Flüssigkeit durch $+\delta$ und $-\delta$, die des Zinkes und der nämlichen Flüssigkeit durch $+\delta'$ und $-\delta'$. Dann wird das Zink ebenso die Elektrizität δ der Flüssigkeit besitzen als das Kupfer die Elektrizität δ' , und daraus folgt, daß die elektrischen Spannungen des Kupfers und Zinkes seyn werden:

$$+\frac{\delta-\delta'}{2} \quad \text{und} \quad \frac{\delta'-\delta}{2}$$

Je nachdem nun δ größer oder kleiner als δ' ist, wird also die Elektrizität des Kupfers positiv oder negativ, die des Zinkes aber negativ oder positiv seyn. Es ist sehr glaublich, daß, die Sachen auf diese Art vor sich gehen.

Die nachstehende Tafel enthält die Resultate verschiedener solcher Versuche.

Metall- gefäß	Elektrischer Zustand des Metallgefäßes, wenn es enthält:			in die Flüss- igkeiten ge- tauchtes Metall
	conc. Schwe- felsäure	sehrverdünnt. Schwefelsäur.	Kalilösung	
Platin	+	+	+	Gold
"	+	+	+	Silber
"	+	+	+	Kupfer
"	+	+	+	Eisen
"	+	+	+	Blei
"	+	+	+	Zink
Kupfer	—	—	—	Gold
"	—	—	—	Silber
"	—	—	—	Platin
"	o	+	+	Eisen
"	o	—	o	Blei
"	—	+	+	Zink

Mittels des zuvor angegebenen Principes kann man nun alle diese Resultate verstehen, und selbst einige für die elektrochemische Theorie nützliche Folgerungen aus ihnen ableiten. Da sich nämlich, der Annahme nach, die elektrischen Zustände des Metallgefäßes und Metallstreifens durch

$$+ \frac{\delta - \delta'}{2} \text{ und } + \frac{\delta' - \delta}{2}$$

ausdrücken lassen (worin $+\delta$ und $-\delta$ die elektrischen Spannungen des Gefäßes und der in demselben befindlichen sauren Flüssigkeiten bezeichnen; $+\delta'$ und $-\delta'$ aber die Spannungen der nämlichen Flüssigkeit und der in diese getauchten Metallstreifen) und bei einem Platingefäße, welches concentrirte Schwefelsäure enthält, in die nach einander Streifen

von Gold, Silber, Kupfer, Zink etc. getaucht wurden, die elektrische Spannung

$+ \frac{\delta - \delta'}{2}$ stets eine positive GröÙe war,

so folgt, daÙ hier δ gröÙer als δ' seyn mußte, woraus sich schließsen läÙt, daÙ das Platin bei seiner Berührung mit concentrirter Schwefelsäure weit positiver wird als Gold, Silber, Kupfer etc. mit dieser Säure.

Enthielt das PlatingeßaÙ eine mit Wasser verdünnte Schwefelsäure, so stellen sich andere Erscheinungen ein, die hier näher auseinander gesetzt zu werden verdienen. Vorhin sagte ich, daÙ Platin, Gold und Silber bei ihrer Berührung mit verdünnter Schwefelsäure negative, Zink, Blei, Eisen und Kupfer unter gleichen Umständen aber positive Elektricität annehmen. Hieraus muß man schließsen, daÙ für Platin und Zink der elektrische Zustand des ersteren $= + \frac{\delta + \delta'}{2}$ eine positive GröÙe darstellt; der Zustand des zweiten $= - \frac{\delta - \delta'}{2}$ aber eine negative GröÙe ist, wie es auch beständig der Fall ist. Eben so sieht man auch, daÙ das Kupfer mit einer KalilöÙung weniger negativ ist, als das Zink mit derselben.

Wir besitzen hierin also ein Verfahren, mittelst dessen man das Verhältniß der elektrischen Zustände der Körper während ihrer Berührung mit Flüssigkeiten bestimmen kann. Das Platin ist bei unmittelbarer Berührung mit jedem anderen Metalle beständig negativ, aber man weiß noch nicht, ob es gegen Gold negativer ist, als das Gold gegen Silber. Durch die

Versuche, mit denen wir uns so eben beschäftigt haben, können wir ähnliche Verhältnisse auffinden, wenn einer der Körper flüssig ist.

Elektrische Wirkungen, welche durch Berührung gewisser Flammen mit den Metallen erzeugt werden.

Legt man auf ein Gefäß von Holz oder Porcellan, welches mit einer der Condensator-Platten in Verbindung steht, einen Draht oder Streif von Platin, der einen Decimeter lang ist und über den Rand der Platte hervorragt, setzt die untere Platte mit dem Erdboden in Leitung und bringt darauf das eine Ende des Drahtes oder Streifens in die Flamme des brennenden Alkohols, Wasserstoffgases oder Papiers, so nimmt das Metall bei der Rothglühhitze in einem Fall negative, in dem andern positive Elektricität an. Die Flamme erhält in beiden Fällen die entgegengesetzte Elektricität des Metalles, und um diese zu sammeln reicht es hin auf das Gefäß ein Stück befeuchtetes Holz zu legen, welches, da es keine Verbrennung erleidet, die Stelle des Leiters vertritt und die von der Flamme angenommene Elektricität zum Condensator überführt.

Ein Kupferdraht giebt analoge Resultate und im Allgemeinen scheint es, daß alle Metalle mehr oder weniger die eben erwähnte Eigenschaft besitzen. Eben so nimmt ein Metall, das in die Wasserstoffgasflamme getaucht wird, negative oder positive Elektricität an, und ertheilt der Flamme die entgegengesetzte, je nachdem die Temperatur desselben mehr oder weniger erhöht ist. Da der Uebergang von einem elektrischen Zustand in den andern durch eine Abwesenheit aller

Elektricität angezeigt wird, so ist es klar, daß man dem Metall, wie es sich zuweilen ereignet, eine Temperatur mittheilen kann, bei der es keine Elektricität zeigt.

Wenn man mit einer der Condensatorplatten, die von der Flamme erlangte Elektricität auffängt, so kann man diese, wenn man will, durch Berührung mit einem feuchten Holzstab mit der Erde in Verbindung setzen. Obgleich die Flamme vermöge ihrer beständigen Erneuerung die durch Berührung mit dem Metall erlangte Elektricität fortführt, so zeigt doch die Erfahrung, daß die Entladung durch das so eben angezeigte Verfahren noch viel schneller geschieht.

Wenn man aber statt des feuchten Holzstäbchens die Flamme mit einem Metallstreifen berührt, von gleicher Natur mit dem, welcher auf das Gefäß gelegt ward, so findet man, daß eins mit dem andern im entgegengesetzten elektrischen Zustande befindlich ist; der rothglühende Streif erhält negative und der minder erhitzte positive Elektricität.

Völlig ähnliche Resultate bekommt man, wenn die beiden Streifen aus verschiedenen Metallen bestehen, nur glaube ich, daß ihre Intensität unter gewissen Umständen ausgezeichnet ist.

Bedient man sich der Spitze einer durch das Löthrohr angefachten Kerzenflamme, so findet man ebenfalls die nämlichen Wirkungen.

Entstehen diese Erscheinungen nun aus einer Reibung der Flamme gegen die Metalle, oder sind sie durch eine elektromotorische Action erzeugt? Ich bin der letzteren Meinung; denn wenn man auch zugeibt, daß bei dem Metalldraht in der Flamme des

Löthrohrs einige Reibung vorhanden ist, so kann sie doch unmöglich in der ruhigen Flamme des brennenden Alkohols stattfinden. Wie ist es auch ohne Annahme einer elektromotorischen Action zu erklären, daß wenn zur selben Zeit zwei Metallstreifen von ungleicher Dicke in eine Flamme getaucht werden, sie durch die Temperatur, welche bei einem größer als bei dem andern ist, eine verschiedene Electricität annehmen. Es ist ebenfalls gewiß, daß diese Erscheinungen nicht allein durch eine Temperaturdifferenz in den verschiedenen Theilen desselben Metalles entstehen; denn als das Ende eines Platinstreifens in dem Brennpunkte einer sehr starken Linse des Hrn. Fresnel zum Glühen gebracht ward, fand keine Electricitätsentwicklung Statt.

Diese Versuche haben keine Beziehung mit denen des Hrn. Erman über die leitenden Eigenschaften der Flamme des Alkohols; sondern vielleicht mehr mit den Versuchen von Volta, wo derselbe ein Stück Feuerschwamm verbrennt, das auf der Spitze eines Stiftes befestigt war, der mit einer der Condensatorplatten in Verbindung steht. Dieser berühmte Physiker fand auch, daß wenn der Apparat entfernt von Gebäuden errichtet war, der Feuerschwamm stets einen Ueberschuß von positiver Electricität annimmt, welche nach ihm von der umgebenden Luft herrührt, in der er deshalb einen beständigen Ueberschuß von positiver Electricität vorhanden annimmt.

Aus meinen Versuchen kann ich nicht dieselbe Folgerung ableiten, da je nach der Temperatur der Metalle bald die eine bald die andere Electricität erhalten

ward. Neue Untersuchungen werden ohne Zweifel diese Erscheinungen weiter aufhellen.

Die vorhergehenden Untersuchungen führten natürlich darauf, zu sehen, was bei der Verbrennung gewisser Körper vorgehe. Ich brachte daher in die hölzerne Schale ein aufgerolltes Blatt Papier, zündete es an und setzte die Flamme durch ein feuchtes Holzstäbchen mit dem Erdboden in Verbindung, damit die Elektricität desto schneller abströmen konnte; dadurch erhielt das Papier positive Elektricität. Verfährt man auf umgekehrte Art, hält das Papier in der Hand und berührt die Flamme mit einem feuchten Holzstäbchen, des auf die Schale gelegt ist, so findet man gegentheils, daß die Flamme negative Elektricität angenommen hat. Es folgt mithin aus beiden Versuchen, daß wenn man Papier verbrennt, das Papier selbst positive, die Flamme aber negative Elektricität annimmt.

Gießt man Alkohol in eine Kupferschale und zündet ihn an, so findet man durch den Condensator, daß die Schale positive Elektricität erhalten hat.

Diese Versuche sind einer viel weiteren Entwicklung fähig, aber ich glaube dessen ungeachtet mir die Freiheit nehmen zu dürfen, der Akademie die ersten Resultate vorzulegen, welche ich in dieser Klasse von Erscheinungen erhalten habe.

VI.

*Notiz über einen von Hrn. Ampère und Becquerel
angestellten Versuch hinsichtlich der Natur des
elektrischen Stromes;*

(gelesen v. Hrn. Ampère in d. Sitzung d. Akad. am 12. Apr. 1824.) *)

Da Hr. Becquerel durch einige glückliche Abänderungen **) des von Hrn. Bohnenberger angegebenen Elektrometers, diesem Apparat die nämliche Empfindlichkeit gegeben hat, wie früher dem Galvanometer, ***) so bat ich ihn, mit diesem Instrumente

*) Aus d. Annal. d. Ch. et Phys. XXVII. p. 29.

**) S. 170 dieses Heftes. (P.)

***) Die Einrichtung, durch welche Hr. Becquerel dem Galvanometer eine erhöhte Empfindlichkeit gegeben hat, besteht darin, daß er an Coconfäden 3 Magnetnadeln in einer solchen Lage neben einander aufhängt, daß der Nordpol der zweiten sich im Wirkungskreis des Südpols der ersten, und ihr Südpol sich im Wirkungskreis des Nordpols der dritten Nadel befindet. Wird dann jede Nadel mit dem Schließungsdraht der Kette auf die bekannte Art mehrfach im gleichen Sinne umschlungen, und die Kette geschlossen, so weichen die Nadeln sämtlich nach einer Seite ab. Ist nun die Anordnung so getroffen, daß sich hiedurch die auf einander wirkenden Pole gegenseitig nähern, so wird die Ablenkung der mittleren Nadel bedeutend grösser ausfallen, als durch die alleinige Aktion des Drahtes. Wesentlich nöthig ist es jedoch, bei er-

eine Folgerung zu bestätigen, welche ich aus der Betrachtung der Natur der Ströme und der Art, wie die Elektricität der Säule in Bewegung gesetzt wird; abgeleitet hatte.

Man weiß, daß wenn ein Zinkstreif mit einem Streif von Kupfer zusammen gelöthet ist und eins dieser Metalle isolirt wird, sich eine elektrische Spannung von constanter Differenz einstellt. Es handelte sich nun darum, zu untersuchen, ob, wie ich es dachte, diese Spannung noch fortdauert, wenn man die Streifen dadurch mit einander verbindet, daß man sie in einen flüssigen Leiter taucht. Hr. Becquerel hat es bestätigt, daß die Spannung nicht merklich verringert wird, selbst alsdann, wenn der flüssige Leiter aus angesäuertem Wasser besteht und ein sehr intensiver elektrischer Strom stattfindet. Dieser Versuch beweist, daß die beiden Elektricitäten, welche sich durch den Contact in dem Zink und in dem Kupfer entwickeln, mit einer Geschwindigkeit erzeugt werden, welche gegen die, mit welcher sie das gesäuerte

folgender Ablenkung der ersten und letzten Nadel, daß die Pole der mittleren Nadel hinsichtlich der auf sie einwirkenden Pole der anderen stets auf der Seite bleiben, auf welcher sie sich ursprünglich befanden, denn sonst entsteht für diese statt der Vergrößerung eine Verminderung der Ablenkung. Eben deshalb ist dieser Apparat auch nur zur Auffindung geringer elektro-magnetischer Kräfte anwendbar, bei denen die Ablenkungen der zu Hülfe gezogenen Magnetnadeln nicht bedeutend sind. Es gilt mit Veränderung der Umstände von diesem Apparat alles, was bei Gelegenheit der von Hr. Prof. Barlow (Ann. d. Ph. und Ch. Bd. 77. S. 329) gebrauchten Vorrichtung bemerkt worden. (P.)

Wasser durchdringen können, als unendlich zu betrachten sind. Er zeigt auch, weshalb man keine merkliche elektro-dynamische Wirkung mittelst eines durch Reibung erregten Stromes hervor bringen kann, z. B. mittelst eines solchen, welchen man erhält, wenn man die Enden des Galvanometerdrahtes mit dem Reibezeuge und dem Conductor einer gewöhnlichen oder einer Nairne'schen Elektrirmaschine verbindet; die Reibung kann in einer gegebenen Zeit nur eine bestimmte Menge von Elektrizität entwickeln; der Contact zweier heterogener Metalle liefert deren hingegen unendlich viel, weil in dem Maasse als der Abfluß den Spannungsunterschied zwischen beiden Metallen zu verringern strebt, sich augenblicklich in dem gemeinschaftlichen Berührungspunkte beider neue Elektrizität entwickelt.

Es ist klar, daß wenn eine gewöhnliche Elektrirmaschine einen ähnlichen Strom wie die Volta'sche Kette erregen könnte, man müßte auch mit Hülfe dieser Maschine denselben Spannungsunterschied erzeugen können, der zwischen irgend 2 Metallplatten stattfindet, die, wie in dem angeführten Versuch die Zink- und Kupferplatte durch eine stets gleiche Schicht von angesäuertem Wasser mit einander verbunden sind. Aber weit entfernt durch dieses Mittel jenen Spannungsunterschied hervorzurufen, kann man nichts von diesem wahrnehmen.

Ich schliesse diese Note mit der Bemerkung, daß, wenn man mit einem Elektrometer den Spannungsunterschied zweier Körper beobachten will, es nöthig ist, daß die Ursache, welche jeden von diesen in einen entgegen gesetzten elektrischen Zustand versetzt

hat, auch die Körper in diesem Zustande erhalten müßte, und zwar dadurch, daß sie in denselben Punkten, in welchen die beiden Elektricitäten getrennt wurden, auch deren Wiedervereinigung wenigstens so lange verhindere als nöthig ist, damit sich das Elektrometer in Bewegung setze. Dieser Umstand findet bei der Berührung, nicht aber bei der Verbindung zweier Körper Statt, zufolge der Erklärung, welche ich in einem frühern (der Akademie am 3. Dec. 1823. überlieferten) Aufsatz über die entgegen gesetzte Richtung des elektrischen Stromes in beiden Fällen gegeben habe. *) Die Verbindung zweier Partikeln kann nur einen augenblicklichen elektrischen Strom erzeugen; man beobachtet die Wirkungen am Galvanometer, weil sich andere Theilchen ihrerseits verbinden, und den Strom so lange unterhalten als die Verbindung noch nicht beendet ist; man wird aber keine merkliche Spannung am Elektrometer gewahr werden, weil in der Flüssigkeit, wo diese Statt hat, sich nichts der Wiedervereinigung der beiden Elektricitäten entgegen setzt und weil es stets nur ein Theil der beiden elektrischen Flüssigkeiten ist, welcher durch seine Vereinigung im Galvanometerdraht, dafelbst die Ströme erzeugt, deren Wirkungen mittelst der Magnetnadel dieses Instrumentes wahrzunehmen sind.

*) Die in dem Aufsatze des Hrn. Becquerel S. 185 berührt ist. (P.)

VII.

*Versuche über die Anwendbarkeit der vor Kurzem
von Hrn. Prof. Döbereiner gemachten Entdeckung
auf Eudiometrie;*

VON

Hrn. EDWARD TURNER, M. D. *)

(gelesen am 3. Apr. und 5. May 1824. vor der K. Gesellschaft
zu Edinburg.)

Wenn man Platinschwamm mit einem Gemisch von 2 Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheil Sauerstoffgas in Berührung bringt, so erfolgt zwar meist augenblicklich ein Rothglühen des Metalles und eine Verpuffung des Gases, allein man bemerkt doch, daß die Wirkung nicht sogleich nach Einführung des Metalles stattfindet, sondern daß die Verbindung anfangs mit Ruhe beginnt, darauf stufenweise, wenn gleich sehr rasch zunimmt und endlich bei hellem Glühen des Platins mit einer Verpuffung endet. Gewöhnlich folgen aber diese Momente so schnell auf einander, daß sie sich der Beobachtung entziehen. Es scheint also, daß die Wirkung des Platins einigermaßen von der der Elektrizität verschieden sey, denn während letztere durch eine augenblickliche Explo-

*) Anszug aus Jameson's Edinburgh philosoph. Journ. Jul. 1824.
S. 99.

sion die Verbindung der Gase auf einmal bewirkt, ist bei ersterem die Verpuffung nur Folge der durch die primäre Wirkung entwickelten Wärme. Dadurch erklärt es sich auch, warum das Platin, welches in dem Zustande seiner größten Thätigkeit einen $\frac{1}{4}$ Kubikzoll des explosiven Gasgemisches leicht zur Verpuffung bringt, dennoch bei einer geringeren Menge desselben Gemisches keine Explosion mehr erzeugt; denn bevor zu dieser hinreichende Wärme erzeugt wird, sind die Gase schon ruhig mit einander verbunden.

Die Einführung des Platinschwammes in ein durch Quecksilber gesperrtes Gas ist mit einigen Hindernissen verknüpft, denn erstlich zerfällt es dabei leicht zu Pulver und dann verliert es auch die zu seiner Wirksamkeit nöthige poröse Textur, indem es sich mit dem Quecksilber amalgamirt, vorzüglich wenn es erhitzt war. Aus diesen Gründen nahm ich meine Zuflucht zu den von Hrn. Prof. Döbereiner vorgeschlagenen Kugeln. Ich mischte also Platinschwamm mit Pfeifenthon in verschiedenen Verhältnissen und formte daraus mittelst ein wenig Wasser Kugeln von der Größe einer Erbse. Da die Wirksamkeit des schwammigen Platins in Zusammenhang steht mit seinem porösen Gefüge, so bemühte ich mich, die Kugeln in einen möglichst ähnlichen Zustand zu versetzen und fügte deshalb dem Gemisch von Platin und Pfeifenthon etwas Salmiak hinzu. Wenn nun die daraus gebildeten Kugeln nach dem Trocknen vorsichtig über einer Spirituslampe geglüht werden, so entweicht der Salmiak von allen Seiten und die Kugel bleibt in einem Zustande von Porosität zurück, der ihre Wirksamkeit ungemein begünstigt. Zu einigen Kugeln

that ich auch etwas Kiesel-erde, weil der Pfeifenthon allein, eine zu zähe Masse giebt. Diejenigen, welche $\frac{2}{3}$ ihres Gewichtes an Platin enthalten können völlig das reine schwammartige Metall ersetzen; denn frisch geglüht und wieder erkaltet, werden sie durch einen auf sie geleiteten Strom von Wasserstoffgas glühend und entzünden bald darauf das Gas. Aber in bloße Berührung gebracht mit einem Gemisch von 2 Maafs Wasserstoffgas und einem Maafs Sauerstoffgas wirken sie nicht völlig so schnell als der reine Platinschwamm, obgleich sie ebenfalls rothglühend werden und Explosion bewirken.

Die Kugeln selbst erleiden hiebei keine chemische Veränderung, wenigstens habe ich eine wohl zu fünfzig Versuchen dieser Art gebraucht, ohne daß eine Verringerung ihrer Kraft zu spüren gewesen wäre. Indes nimmt diese dennoch durch wiederholten Gebrauch ab, allein es reicht hin, sie mittelst der durch das Löthrohr angefachten Oel- oder Spiritusflamme nur eine Minute lang zu glühen, um ihr alle vorherigen Eigenschaften wieder zu ertheilen. Durch ein längeres Glühen erhalten auch die Kugeln ihre Wirksamkeit wieder, wenn sie diese durch Berührung im erhitzten Zustande mit Quecksilber verloren haben, welches oft so zerstörend einwirkt, daß sie nicht die geringste Wirkung auf ein sehr explosives Gasgemisch äußern.

Die auf obige Art bereiteten Kugeln scheinen noch geringere Mengen von Wasserstoffgas anzugeben, als der elektrische Funken, denn in Gemischen von 13 und 15 Maafs atmosphärischer Luft mit einem Maafs Wasserstoffgas brachte der Funken einer stark

geladenen Leidner Flasche keine Verpuffung mehr hervor, während darauf hineingebrachte Kugeln aus 3 Gr. Platin und 1 Gr. Pfeifenthon oder aus gleichen Theilen von beiden, augenblicklich wirkten. Auf der andern Seite setzte ich ein Gemisch von 1 Maafs Wasserstoffgas und 4 Maafs atmosphärischer Luft mit einer Kugel in Berührung, und elektrisirte eine Minute nach Hineinbringung derselben das Gas in einem Endiometer, allein es fand keine Verpuffung mehr Statt. Wenn also Hr. Prof. Gmelin in Tübingen bemerkte, daß das Gasgemisch noch mit dem elektrischen Funken detonirte, welches schon der Wirkung des Platins ausgesetzt gewesen war, so liegt dies, da kein Versuch gewiß genau ist, an seinem Verfahren, das ich nicht kenne.

Ich schritt nun zu der Untersuchung, ob die Menge des vorhandenen Wasserstoffs genau durch das Platin ausgemittelt werden könne.

In Gemischen, worin 13 ; 15 ; 17 Theile atmosphärischer Luft, gegen einen Theil Wasserstoff enthalten waren, ward letzteres völlig genau angezeigt.

In 180 Maafs eines Gemisches, das außer atmosphärischer Luft 1,8 Maafs Wasserstoffgas enthielt, zeigten die Kugeln nach Verlauf einer halben Stunde 2 Maafs von diesem an. Es fanden sich nach Verlauf von $\frac{1}{4}$ Stunden, einmal in 186 Maafs eines ähnlichen Gemisches 1,86 Maafs Wasserstoffgas als wirklich eben so viel vorhanden war, und ein andermal 1,6 Maafs Wasserstoffgas in 132 Maafs eines Gemisches das 1,3 Maafs von diesem enthielt.

Gemische von Sauerstoff und Wasserstoffgas, worin diese wie 100 zu 1 vorhanden waren, wurden

eben so genau zerlegt, denn in 186 Maafs eines solchen zeigten die Kugeln 2,6 Maafs Wasserstoffgas an und ein andermal in 138 Maafs, von letzterem 2 Maafs.

Der Fehler ist in beiden Beobachtungen so gering, daſs man dreist behaupten kann, es werde das Wasserstoffgas noch durch Platin mit Genauigkeit beſtimmt, wenn es in einer Miſchung mit atmosphäriſcher Luft oder Sauerſtoffgas nur den $\frac{1}{10}$ Theil des Volumens betrage. Um eine unvorhergeſehene Fehlerquelle etwa aufzufinden, brachte ich eine mäßig erhitze Kugel (beſtehend aus 4 Gr. Platin und 1 Gr. Pfeifenthon) in 187,5 Maafs zuvor durch Kali getrockneter atmosphäriſcher Luft und lieſs ſie $\frac{1}{2}$ Stunden darin, allein es fanden ſich unverändert 189 Maafs (d. h. 187,5 Maafs Luft + 1,5 Maafs die durch die Kugel erfüllt wurden) wie dieſs auch ſchon aus einem meiner früheren Verſuche hervorging, wo ich ein Gemiſch von Sauerſtoffgas und Stickgas vergeblich mit ſehr heftig erhitztem Platin in Berührung brachte.

Auf Gemiſche, in denen das Hydrogen gegen das Oxygen vorwaltet, zeigt ſich das Platin ebenfalls ſehr wirksam, denn in einem, das aus 11 Theilen des erſteren und einem des letzteren beſtand, brachte der Funke einer ſtark geladenen Leidener Flaſche weder Verpuffung noch ſonſt eine Verminderung hervor, während das Platin unmittelbar Waſſer erzeugte.

Drei Maafs Waſſerſtoffgas wurden mit 300 Maafs Sauerſtoffgas gemiſcht und 112 Volumen davon mit einer Kugel in Berührung gebracht, die $\frac{1}{4}$ ihres Gewichtes an Platin enthielt; nach Verlauf einer

halben Stunde betrug die Verminderung 4 Maafs, welche 1,3 Maafs Sauerstoff anzeigt, während 1,1 von diesem vorhanden waren. 158 Maafs desselben Gemisches wurden nach einer halben Stunde um 5,5 Maafs verringert, in diesen also 1,8 Sauerstoffgas aufgefunden, als 1,3 von ihm zugegen waren.

Hierauf wandte ich mich zur Analyse der atmosphärischen Luft. Hundert Volumentheile desselben zuvor durch Kali von Kohlensäure befreit, gaben in 6 auf einander folgenden Versuchen

20,5 ; 20,5 ; 20,7 ; 21,0 ; 21,3 ; 21,7

Volumentheile an Sauerstoff, also im Mittel 20,88 oder nahe 21. Anfangs erhielt ich einen grösseren Gehalt, allein dies rührte daher, dass das angewandte Wasserstoffgas durch beigemischte atmosphärische Luft mit Sauerstoffgas verunreinigt war. Zu diesen Versuchen reinigte ich das Wasserstoffgas, indem ich es eine Nacht hindurch über Platin stehen liess.

Schon zu Anfang meiner Untersuchung schien es mir wahrscheinlich, dass allemal, wenn der elektrische Funken Gase zersetzt oder vereinigt, das Platin eine gleiche Wirkung habe (was indess Ausnahmen erleidet *P.*). Schon Hr. Prof. Döbereiner fand, dass Mischungen von Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas mit Sauerstoffgas sich durch dieses Mittel mit einander verbinden, *) auch haben die Hrn.

*) Hr. Prof. Döbereiner bemerkt indess, in dem vierten Theile seiner pneumatischen Chemie, dass chemisch reines Kohlenoxydgas mittelst Schwefelsäure aus Sauerkleeßalz bereitet, und durch Kali von aller Kohlensäure befreit, sich bei niedriger Temperatur nicht mit Sauerstoff zu Kohlenäure vereinigen

Dulong und Thenard beobachtet, daß das Platin eine Mischung von Wasserstoffgas und Salpetergas unter Bildung von Wasser und Ammoniak zersetzt und auch eine ähnliche Wirkung auf ein Gemisch von Hydrogen und oxydirtem Stickgas ausübt. Mein Freund, Hr. Blundell, ein sehr unterrichteter und hoffnungsvoller Mann, der gegenwärtig diese Universität besucht, hat ebenfalls einige interessante Thatfachen über diesen Gegenstand bemerkt. Er findet nämlich, daß das Platin sowohl die Verbindung des Hydrogens mit Chlorine *) als mit den Elementen der Euchlorine bewirkt; auch ist es ihm gelungen, was ich schon früher vermuthungsweise aussprach, Hydrogen mit Jodine zu vereinigen und also auf diesem Wege Hydriodinsäure darzustellen. Einige von diesen Versuchen habe ich wiederholt und sie richtig befunden. Ich habe sie aber nicht weiter verfolgt, weil meine Aufmerksamkeit vorzüglich durch die Wirkungen des Platins auf Oelbildendes Gas, auf

lasse, und vermuthet, daß das von den Hrn. Dulong, Thenard, Herapath angewandte Kohlenoxydgas, nicht frei von Wasserstoffgas gewesen sey; auch gelang es Hrn. Prof. D. nicht, eine Mischung von Wasserstoffgas und Salpetergas, durch Berührung mit Platinschwamm in Ammoniak zu verwandeln, wohl aber eine Mischung von oxydirtem Stickgas und Wasserstoffgas unter Entglühen des Platins im Wasser und Stickgas überzuführen. P.

*) Man darf doch wohl voraussetzen, daß das Tageslicht abgehalten ward? Hr. Prof. Döbereiner bemerkt a. a. O. p. 68, daß sich ihm bei mehrmaliger Wiederholung des Versuches mit frisch geglühten Platinschwamm keine Entzündung gezeigt habe. P.

Steinkohlengas und auf Kohlenoxydgas beschäftigt ward, indem ich, wiewohl vergeblich hoffte, hiedurch ein Verfahren zur Trennung dieser Gasarten aufzufinden; ein Verfahren, welches ungeachtet der sinnreichen Untersuchungen des Dr. Henry noch für die chemische Analyse zu wünschen übrig bleibt.

Ein Strom von dem, aus den Gasröhren der Stadt genommenen Steinkohlengase, machte zwar anfänglich den frisch geglühten Platinschwamm etwas leuchtend, aber das Licht verschwand sehr bald und ich war auch nicht im Stande, diese Erscheinung bei einer folgenden Gelegenheit wieder zu erzeugen. Eben so brachte ein aus zwei getrennten Gefäßen auf Platinschwamm geleiteter Strom von Steinkohlengas und Sauerstoffgas irgend eine leuchtende Erscheinung zu Wege. Wenn aber der Platinschwamm zuvor mit dem Löthrohr zum Glühen erhitzt und sogleich nachdem dieses aufhörte sichtbar zu seyn, in den Strom gebracht ward, gerieth dasselbe wieder ins Rothglühen und leuchtete einige Zeit hindurch.

Als ich den bis zum lebhaften Glühen erhitzten Platinschwamm schnell in eine kleine auf Quecksilber schwimmende Platinschale brachte, und nun über diese eine Flasche stürzte, mit einem Gemisch von einem Volumen Steinkohlengas und mehr als 2 Volumen Sauerstoffgas, schlug sich zwar auf der Quecksilberfläche Wasser nieder und das Platin glühte unter schneller Verminderung des Gases, allein die Fortschritte dieses Processes wurden früher unterbrochen, als alles Gas verbraucht war. Das Platin ward noch 2 Stunden lang mit dem Gase in Berührung gelassen, ohne daß sich jedoch das Volumen verringerte, und

nach Fortschaffung der Kohlen säure durch geschmolzenes Aetzkali, gab der Rückstand mit dem elektrischen Funken eine heftige Detonation. Eben so verhielten sich Kugeln aus Platinschwamm und Pfeifenthon und selbst als dies Gasgemisch bis zum Siedepunkt des Quecksilbers erhitzt ward, blieb nach der Wirkung des Platins ein mit dem elektrischen Funken verpuffender Rückstand übrig.

Auch bei Gemischen von Steinkohlen - Wasserstoff - und Sauerstoffgas war die Zersetzung durch Platin nur unvollkommen, denn alle lieferten einen explosiven Rückstand.

Eine Mischung von sorgfältig bereitetem und getrockneten Oelbildenden Gase mit 3 Volumen Sauerstoffgas ward weder durch Platinschwamm noch durch die Kugeln verändert, sie mochten kalt oder warm seyn. Erst bei der Siedhitze des Quecksilbers fand eine partielle Wirkung Statt, und eben so erzeugte eine glühend hinein gebrachte Kugel zwar anfänglich viel Wasser und Kohlen säure, aber der Rückstand war dennoch mit dem elektrischen Funken zu verpuffen.

Diesem ähnlich verhielten sich auch Gemische aus Wasserstoff-, Sauerstoff und Oelbildendem Gase.

Kohlenoxydgas und Sauerstoff zu gleichen Theilen mit einander vermischt, erlitten zwar durch Platinschwamm und durch die Kugeln anfänglich eine Raumverminderung, allein das Gas explodirte hernach noch sehr stark mit dem elektrischen Funken. Ward indess der Platinschwamm glühend gemacht, und gleich nach Aufhören des sichtbaren Leuchtens in dies Gasgemisch geführt, so erzeugte sich das Glühen augenblicklich wieder und veranlasste eine Explosion. Hr. H. Davy hat bereits gezeigt, daß sich ein Gemisch von Kohlenoxydgas und Sauerstoffgas bei einer viel geringeren Hitze entzünden läßt, als die, welche ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erfordert, und dieser Thatfache scheint der vorhergehende Versuch zu correspondiren.

Mischungen aus Kohlenoxyd-, Wasserstoff- und Sauerstoffgas verhalten sich den früheren ähnlich, denn sie werden durch das Platin ebenfalls nur theilweise mit einander verbunden.

(Den Schluß der Abhandlung im nächsten Heft.)

VIII.

Noch Einiges über Feuermetsore, Gediogensifen- massen u. s. w.

1) Von Hrn. Director Klöden.

(Mit Bewilligung des Hrn. Verfassers, entnommen aus einem früheren, aus Potsdam datirten, Schreiben von ihm an den Prof. Gilbert; eine kurze Notiz über dasselbe befindet sich im Bd. 75. S. 246 dieser Annal.)

Es war Abends um halb 10 Uhr am 12. November 1822, als ich mit einem Freunde über den Wilhelmsplatz gehend, plötzlich die ganze Gegend hell erleuchtet erblickte. Vor uns, in Süden, glänzte eine helle Feuerkugel mit *bläulichem* Lichte, welche langsam in senkrechter Richtung sich herab bewegte, nach und nach kleiner wurde, und noch ehe sie von der vorliegenden Häuserreihe verdeckt wurde, erlosch. Sie ließ einen glänzenden Streifen zurück, welcher noch nach dem Erlöschen einige Augenblicke sichtbar war, und nicht wohl durch den Eindruck auf die Netzhaut entstanden seyn konnte, da die Bewegung dazu nicht schnell genug war. Die ganze Erscheinung mochte etwa 2 Secunden gewährt haben. Als die Kugel am grössesten war, konnte sie einen scheinbaren Durchmesser von etwa 15 Minuten haben, oder etwa eine halbe Vollmondsbreite.

Wie weit die Kugel von mir gestanden haben mag, ist nicht leicht anzugeben, da ein so glänzendes

Licht immer näher zu seyn scheint, als es ist, -- Mir schien sie nicht über 1000 Fuß entfernt zu seyn. Als ich sie zuerst erblickte, stand sie etwa 35° hoch. Ein Geräusch war nicht zu hören. Der Himmel war sehr sternhell, und reich an Sternschnuppen. Es wehete ein sanfter Ostwind. Das Barometer stand $28''{,}598$, Thermometer — 2° R. und das Sauerstoffsche Hygrometer auf 59° .

Es ist merkwürdig, daß dieselbe Erscheinung an demselben Abende von verschiedenen Personen aber zu ganz verschiedenen Zeiten noch *dreimal* beobachtet worden ist, welches eine ganz besondere Disposition der Atmosphäre beweiset, obgleich diese, wie die obigen Angaben zeigen, nichts Ausgezeichnetes hatte. Dennoch war diese auch am folgenden Abend, den 13. November noch nicht erloschen, wie abermals viele Sternschnuppen zeigten. Um halb 6 Uhr befand ich mich in der Nauener Straße, wo ich auf die Oeffnung einer Hausthüre wartend, den nordwestlichen Himmel betrachtete. Plötzlich bildete sich eine der gestrigen Erscheinung sehr ähnliche, an der ich Anfang und Ende sehr genau beobachten konnte. Sie fing als gewöhnliche Sternschnuppe an, wurde aber schnell größer und leuchtete ungemein hell mit glänzendem *gelbgrünem* Lichte, das die Straße hell erleuchtete. Ich habe nie ein schöneres Licht gesehen. Die Kugel war anscheinend von derselben Größe, als die gestrige, bewegte sich etwas rascher, ebenfalls in senkrechter Richtung herab, und erlosch nach anderthalb Secunden, indem sie allmählig kleiner und länglicher werdend, sich zuletzt in einen glänzenden Streifen auflöste, der wie der vorige noch

nach dem Verschwinden der Kugel einige Augenblicke sichtbar blieb. Sie war mir jedenfalls viel näher, als die gestrige, und schien sich senkrecht auf das Dach eines etwa 100 Schritt von mir stehenden Hauses herabzulassen. Etwa 100 Fuß über demselben erlosch sie aber. Ich habe nach ihrem Erlöschen weder etwas herabfallen sehen, noch ein Geräusch gehört. Der Himmel war nach sehr heiterem Tage ebenfalls hell gestirnt; es wehete Ostwind bei -3° R. Kälte. Das Barometer stand 28,242 und das Hygrometer auf 62°.

Diese Meteore zeigen sich oft in sehr geringen Höhen. Ich erinnere mich, daß ich in Berlin auf dem Dönhofsplatze eines Abends in der Dämmerung eine Kugel der Art sehr nahe bei mir in der Höhe von etwa 15 Fuß erblickte, welche Nähe keine Täuschung war, da ein nahestehender Baum den Hintergrund der Stelle bildete, an der ich sie erblickte. Sie mußte demnach zwischen mir und ihm stehen; war aber kleiner als die vorigen, kaum eine Secunde sichtbar, senkte sich jedoch ebenfalls etwas und erlosch allmählig.

Einer meiner Freunde auf dem Lande sah vor mehreren Jahren eines Abends, als er sich in der Nähe eines Sees befand, eine solche Kugel über dem See herabfallen, die beinahe die Oberfläche desselben berührte, ehe sie erlosch. Dies war ebenfalls keine Täuschung; da das Gegeneinanderbewegen der Kugel und ihres Reflexes im Wasser, und die Entfernung, in der sich beide von einander befanden, ehe sie verschwanden, jeden Zweifel beseitigte. Die Erscheinung wich übrigens nach seiner Beschreibung von der vorigen nicht ab.

Vielleicht hat es für Sie einiges Interesse, über die von mir 1821 aufgefunden mineralische Quelle nähere Notizen zu erhalten, welche in der hiesigen Berliner Vorstadt liegt. Durch die gewöhnlichen Reagenzien mittelte ich den mineralischen Gehalt der Quelle im Allgemeinen aus, näher wurde derselbe durch die Analysen der HH. Hofapotheker Franke und Geh. R. Harmbstadt dargethan. Der Besitzer der Quelle wendete sich nun an S. Maj. den König, und es wurde hierauf von Seiten des hohen Ministerii eine amtliche Untersuchung veranstaltet, die als Resultat mit unzweideutiger Gewissheit ergab, daß das Wasser ein wirkliches Quellwasser und kein Sumpfwasser ist. Die Quelle liegt in einem klaren Sande, der mit grauem Thonmergel abwechselt; von Sumpferde, Morasteifen etc. ist aber keine Spur zu finden. Der Ursprung derselben ist wahrscheinlich in den nahen Hügeln zu suchen, da der Spiegel der Quelle höher liegt als die Havel, wie durch Nivellement ausgemittelt ist. Das Wasser wird durch Röhren in das Badehaus geleitet. Die Quelle liegt 113 Fufs von der Havel.

An die Luft gestellt, zeigt das Wasser entweichende Luftbläschen, und damit eine Trübung; es wird mit der Zeit schwärzlich, und es bildet sich ein dunkel gefärbter Niederschlag von Schwefeleisen. Wird es gekocht, so fällt bald ein reichlicher röthlichbrauner Niederschlag zu Boden. Es hat einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, und sein spec. Gewicht ist bei 14° Reaum. = 1,0022.

Nach der amtlichen sehr sorgfältigen chemischen Analyse, die der Hr. Medicinal-Assessor Schrader mit diesem Wasser vorgenommen, und welche die frühe-

ren Analysen der Hrn. Frank und Hrn. G. O. M. R. Hermsstadt bestätigt, kommt das Wasser am meisten mit dem Freienwalder überein, ist aber ohne Vergleich stärker, wie Nachstehendes zeigt:

Bestandtheile des Potsdamer Wassers in 25 Pfund nach Schrader	Gran	Bestandtheile des Freienwalder Küchen- quells in 25 Pfund nach V. Rose	Gran
Kohlensäure Kalkerde	100 $\frac{3}{4}$	Kohlensäure Kalkerde	60
Schwarzes mangan- haltiges Eisenoxy- dul im Wasser mit Kohlensäure ver- bunden	16 $\frac{3}{4}$	Kohlensaures Eisen	6 $\frac{1}{2}$
Kohlensäure Talkerde	4 $\frac{1}{2}$	Kohlensaure Talkerde	2 $\frac{1}{2}$
Salzsaure Kalkerde	108	Salzsaure Kalkerde	0
Salzsaures Natrum	31 $\frac{1}{2}$	Salzsaures Natrum	6
Salzsaure Talkerde	6 $\frac{1}{2}$	Salzsaure Talkerde	4
Schwefelf. Kalkerde	8 $\frac{1}{2}$	Schwefelf. Kalkerde	2 $\frac{1}{2}$
Schwefelf. Talkerde	0	Schwefelf. Talkerde	12
Kieselerde	2 $\frac{1}{2}$	Kieselerde	1 $\frac{1}{2}$
Organische extractive Beimischung	114	Extractivstoff	4
	Kubikaoll		Kubikzoll
Kohlensaures Gas	110 $\frac{1}{2}$	Kohlensaures Gas	92

Auf den Mangangehalt wurde Herr M. A. Schrader erst späterhin durch den Chlorinegeruch aufmerksam, der sich bei der Behandlung des Eisens mit Salzsaure entwickelte. Er vermuthet, daß das Eisen aller ähnlichen Quellen manganhaltig ist, also auch das in Freienwalde. — Der Besitzer des Bades ist durch Königliche Gnade in den Stand gesetzt, das Bad gehörig einzurichten, und damit eifrig beschäftigt. Es liegt sehr angenehm. Bereits im vorigen Sommer hat es bei einer Menge Kranker seine Heilkräftigkeit auf eine erfreuliche Weise bethätigt.

2) Einige Nachrichten über die im Bd. 68: S. 342 dieser Annalen erwähnte Gediegen-Eisenmasse;

von Hrn. Prof. G. Bischof zu Bonn (aus einem Briefe an d. H.)

Die am angeführten Orte von Chladni erwähnte Gediegen-Eisenmasse, welche bei Bitburg in der Eifel gefunden, und hierauf von einem Hüttenbesitzer angekauft worden, von der man aber seitdem nichts weiter gehört hat, — wurde von meinem verehrten Freunde und Collegen, Herrn Prof. Nöggerath, im verfloßenen Herbste (1824) zwar wieder aufgefunden, aber leider im umgeschmolzenen Zustande. Dieser Hüttenbesitzer hatte sie nämlich verfrischen wollen, und zu dem Ende die ganze Masse zuerst im Frischfeuer eingeschmolzen. Als aber die Kuchen weiter verfrischt und unter den Hammer gebracht wurden, konnten sie nicht geschweisset werden, und es gelang durchaus nicht, Stabeisen daraus darzustellen. Der Eigenthümer ließe deswegen die Kuchen, zur Verhinderung von Unterschleif, und um sein Eisen im guten Ruf zu erhalten, in der Nähe des Frischhammers vergraben.

Merkwürdiger Weise erfuhren wir von dem Obersten Gibbs in dem American mineralogical Journal Vol. I. No. 18. p. 219, daß diese in *Deutschland* gefundene Gediegen-Eisenmasse Nickel enthalte, woraus Hr. Chladni ihren unstreitig meteorischen Ursprung ableitete. Sehr angenehm war es mir daher, durch meinen erwähnten Freund in den Besitz eines Stückes dieser, freilich umgeschmolzenen, Eisenmasse gesetzt worden zu seyn, um durch eigene Untersuchung

von diesem Nickelgehalte mich überzeugen zu können. Vorläufig habe ich nur Nickel aufgefunden; ich werde aber nicht verkümmern den anderen, bis jetzt im Meteorstein entdeckten, Metallen weiter nachzuforschen.

3) Von Hrn. Dr. Gust. Seyffarth, Mitglied d. Oekon. Societ.
zu Leipzig.

Gestern Abends am 9ten Juni d. J. wurde in Leipzig von mir und einer Gesellschaft genau 32½ Minuten nach 9 Uhr bei heiterem Himmel und Mondschein ein Feuermeteor gesehen. Wir bemerkten es zuerst 45 bis 50° über dem Horizonte, wie es schien, gerade nach dem Südpunkte hin, von wo es sich in mäßiger Geschwindigkeit nach Nord bewegte, bis es gegen 5° von dem Scheitelpunkte nach W zu hinter dem Rande des Daches verschwand. Sein Kern hatte etwa die doppelte GröÙe des Jupiter in einem guten Telescope oder die dreifache einer Sternschnuppe erster GröÙe, welchem ein 8 bis 12 mal so langer, spitzzulaufender Schweif folgte. Die Farbe des Kernes war mehr die des WeiÙs- als des Rothglühens, hingegen beim Schweife die letztere Nüance vorwaltete. Der Schweif schien wirklich aus Funken zu bestehen, daher das Meteor von einigen anfangs für eine Rakete gehalten wurde. Die umliegenden Gegenstände wurden durch diese sogenannte Feuerkugel, welche von allen bisher von mir beobachteten die kleinste war, nicht erleuchtet, was bei ihrem geringen Umfange

und der Helle des Abends nicht zu verwundern war; auch bemerkte man kein Rauschen bei dem Vorüberziehen und keine Explosion nach dem Verschwinden derselben. Den Weg von 45 bis 40° legte das Meteor in $1\frac{1}{4}$ Sekunde zurück. Der Schweif der Feuerkugel bildete einen mit der Spitze nach Süden gerichteten Lichtkegel.

IX.

Ueber den Siedepunkt gesättigter Salzlösungen.

Herr T. Griffiths giebt im Journal of Science No. 35. S. 90 folgende Tafel über den Siedepunkt gesättigter Salzlösungen:

	Trocknes Salz in 100 Thl. der Lösung	Siedepunkt der Lösung
Effigsaures Natron	60	256° F.
Salpetersaures Natron	60	246
Weinsteinsaures Kali-Natron	90	240
Salpetersaures Kali	74	238
Salzsaures Ammoniak	50	236
Schwefelsaur. Nickel	65	235
Weinsteinsaur. Kali	68	234
Salzsaure. Natron	30	224
Salpetersaur. Strontian	53	224½
Schwefelsaur. Magnesia	57,5	222
Saures Schwefelsaur. Kali	*	222
Borax	32,5	222
Phosphorsaur. Natron	*	222
Basisch kohlenaur. Natron	*	220
Salzsaure. Baryt	45	220
Schwefelsaur. Zink	45	220
Alaun	52	220
Kleesaur. Kali	40	220
Ammoniak	29	218
Blausaur. Eisen-Kali	55	218
Chlorsaures Kali	40	218

	Trocknes Salz in 100 Thl. der Lösung	Siedepunkt (der Lösung
Boraxsäure	•	218° F.
Schwefelsaures Kupfer-Kali	40	217
Schwefelsaur. Kupfer	45	216
Schwefelsaur. Eisen	64	216
Salpetersaur. Blei	52,5	216
Essigsaur. Blei	41,5	215
Schwefelsaur. Kali	17,5	215
Salpetersaur. Baryt	26,5	214
Weinstein	9,5	214
Essigsaur. Kupfer	16,5	214
Blausaur. Quecksilber	35	214
Chlorquecksilber	•	214
Schwefelsaures Natron	31,5	213

Das von Hrn. Griffiths angewandte Verfahren bestand darin, daß er Wasser mit einem Ueberschuß von dem Salze in einem cylindrischen Porcellangefäße durch eine Argand'sche Lampe zum Sieden brachte, und ein Thermometer *in die Lösung tauchte*. Das Barometer stand in den Tagen, als die Versuche gemacht wurden, auf 30 Zoll engl. (?) Der Salzgehalt der siedenden Lösung wurde durch Verdampfung eines Theils derselben zur Trockne bestimmt, diese Bestimmung aber bei den mit * bezeichneten unterlassen. Hr. G. bemerkt, daß der Siedepunkt der Salzlösungen nicht immer im geraden Verhältnisse steht zu der Menge des in derselben vorhandenen Salzes, oder zu der Lösbarkeit des letzteren. Denn so siedet die Lösung des sehr zerfließlichen weinsteinsäuren Kali bei 234°, und enthält alsdann 68 Theile des Salzes,

während die Lösung des an der Luft unverändert bleibenden Salmiaks beim Sieden nur 50 pr. C. von diesem aufnimmt und eine Temperatur von 236° F. erreicht. Die Lösung des Rochelle-Salzes (des weinsteinfauren Kali-Natrons) enthält im gesättigten Zustande 90 pr. C. von diesem, und siedet bei 240° während die des essigfauren Natrons nur einen Salzgehalt von 60 pr. C. besitzt und bei 256° ins Sieden geräth. Noch auffallender ist es, daß die gesättigte Lösung des schwefelsauren Natrons beim Sieden 31,5 pr. C. vom wasserfreien Salze enthält und dennoch ihr Siedepunkt nur einen Grad Fahrenheit höher liegt, als der des Wassers. Noch giebt Hr. G. den Siedepunkt gesättigter Lösungen folgender Salze näherungsweise an:

Von reinem Natron zu 420° F. (wobei aber die Thermometerkugel von der Lösung angegriffen ward); vom salpeterfauren Ammoniak zu 360° ; vom salpeterfauren Kupfer zu 344° ; vom Aetzkali zu 316° , und von der Kleefäure zu 234° . Endlich gedenkt er noch der (aber nicht unbekannten) Thatfache, daß der Siedepunkt einer gesättigten Lösung von kohlenfaurem Ammoniak, die bei 180° F. anfängt zu kochen, sich in dem Maasse dem Siedepunkt des Wassers nähert, als das Salz verfliegt.

(Es wäre sehr wünschenswerth, daß diese von keiner theoretischen Ansicht unterstützten, und auch von Seiten der Genauigkeit Manches zu wünschen übrig lassende Versuche, Gelegenheit zu einer tieferen Untersuchung über diesen und andere verwandte Ge-

genstände geben möchten. Bei dem obigen Verfahren hängt der Siedepunkt der Salzlösungen, offenbar von dem Gesetze ab, nach welchem sich die Lösbarkeit des Salzes bei erhöhter Temperatur richtet. Die Auffindung eines Siedepunktes dieser Art, ist un-
streitig bei vielen Salzlösungen, eine unbestimmte Aufgabe. P.)

E ZU HALLE,

VATOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob.	Therm. Reaum. frei im Schatten	Haar Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter	Thermometrograph			Wasser- Stand der Saale	Uebersicht d. Witterung	
					Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags		Tag	Nacht
1	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
1	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
2	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
3	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
4	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
5	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
6	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
7	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
8	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6
	12	16	29	11	1	2	3	4	5	6

Vom

stetig, Tags klein gefond. auf heit. Grde, Mitts rings Cum., Abds
zi Cirr. Str., sonst Spt-Abds ganz heiter. Der Mond war heute in
o. Am 19. früh düst. Cirr. Str. Massen, die nur oben einige heitere
wittge wolk. Bed., Nachmitts wieder Cirr. Str.; Abds heiter, Horiz.
schd später dünne gleiche Decke. Am 20. Morg. oben Schleier, rings
d. wolkig, Spt-Abds gleichf. bed. Am 21. wolk. Decke löset sich
nd. von Abds ab, ist es heitr. Am 22. früh oben Cirr. Str. Schleier,
kl. Tags oben heiter, Horiz. belegt; Abds W durch Cirr. Str. bed.,
h. ganz, heiter. Heute, 9 U. 5⁴ Morg. trat der Neu-Mond ein.

A 23. wolkig und gleichf. Decke wechselt; um 11 früh und von 9⁴
bi Reg. Am 24. gleiche Decke, Abds löset sie sich schnell durch Cirr.
Da 8 ab ist der Himmel heiter. Am 25. Morg. Cirr. Str. oben ge-
obht; Mitts sind diese sehr verwachsen, Nachmitts klein gefondert,
Tn großen Massen, der Horiz. heiter und Spt-Abds herrscht wolk-
riß. wolk. Decke ist früh selten geöffnet; Tags dünn und gleichf.,
leer Decke nach SW u. NW Cam. W. Horiz. dagegen offen; Abds

Vom 9 oben heiter und später gleiche Decke. Am 27. der gestrige heilige
richts zum Sturm. Große Cirr. Str. Massen bilden Tags wolkige und
Spt-Abds wieder hergestellt und Spt-Abds ist es heiter. Am 28. früh
bi unten heiter, oben Cirr. Str. auf heit. Grde, Tags wolk. und von
A. Decke. Am 29. wolk. Decke ist Nachmitts gleich und lockere
F. drüber hin; Spät-Abds einz. Regtrpf. Um 6 U. 55⁴ heute Abends;
O. Viertel.

wo, seit Nachts bis 9 Morg., Regen; gleiche Decke, ist Mitts wolkig
hewolkig bed., in O u. N unten Cirr. Str. u. Cum. und drüber offen
Tleiche Decke, einz. Regtrpf., später weißer Cirr. Str. Schleier, bis
V. Stern. Am 31. früh viel Cirr. Str.; Mitts rings hohe Cum., oben
ben kl. Cirr. Str., Nachmitts rings Cum. und O düstere Cirr. Str.
chter gleiche Decke und ganz Regtrpf.

St

Vom 1

ist Monats: trübe, feucht, einige kalte Nächte ausgenommen, warm
w, bisweilen heftig, ist herrschend, doch brachte gelinder so eine
Cesall.

an

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, FIFTFES STÜCK.

I.

*Ueber die Verbindung der Effigsäure mit dem
Kupferoxyde;*

von

J. J. BERZELIUS *).

Die Lehre von den basischen Salzen und den Verhältnissen, nach welchen sich in diesen die Säure mit der Basis vereinigt, ist für eine vollständige und genaue Kenntniß der Gesetze der chemischen Proportionen von der höchsten Wichtigkeit. In einer früheren Abhandlung habe ich das Verhältniß zu entwickeln gesucht, nach welchem die Menge der Basis in den basischen Salzen fortschreitet, und zugleich dargelegt, daß sich wenigstens in allen den Fällen, die innerhalb meiner Untersuchung lagen, die Multipla der Basis nach der Anzahl der Sauerstoff-Atome der Säure richten, so daß die Verbindung z. B. bei den-

*) Aus den Abhandl. d. K. Akad. der Wiss. zu Stockholm 1823, von F. Wöhler, Dr. M.

jenigen Salzen, deren Säure 3 Atome Sauerstoff enthält, d. h. wo in den Neutralsalzen der Sauerstoff der Säure 3 mal so viel beträgt, als der der Basis, nach ganz anderen Multiplen geschieht als bei denen, wo die Säure 2 oder 4 Atome Sauerstoff in sich schließt. Bei den ersteren wird die Basis gewöhnlich ein Multiplum mit $1\frac{1}{2}$, 3 oder 6, bei den letzteren dagegen mit 2 oder 4. Daher kommt es auch, daß in den Salzen der Sauerstoff des einen Oxydes (d. h. der Säure oder Basis) das Multiplum einer ganzen Zahl vom Sauerstoff des andern ist. Spätere Versuche bewiesen aber, daß einige der Säuren, von denen die vollkommenen 5 und die sogenannten unvollkommenen 3 Atome Sauerstoff enthalten, sich nicht in einem solchen Verhältnisse mit den Basen vereinigen, daß ihr Sauerstoffgehalt ein ganzes Vielfache vom Sauerstoffgehalt der Basen ist, sondern daß hier der Sauerstoff der Base 1, 2, 4 u. 6 Fünftel vom Sauerstoff der vollkommenen und 1, 2 u. 4 Drittel vom Sauerstoff der unvollkommenen Säure beträgt. Mehrere Umstände lassen vermuthen, daß in allen diesen sauren Körpern 2 Atome Radikal mit 3 Atomen Sauerstoff zur sogenannten unvollkommenen und mit 5 Atomen Sauerstoff zur vollkommenen Säure verbunden sind. Nimmt man nun an, daß bei der mechanischen Aneinanderlegung der einfachen Atome, einer der Atome des Radikals, um einen zusammengesetzten Atom zu bilden, dieselbe Lage einnimmt, welche ein Atom Sauerstoff würde eingenommen haben, falls die Säure aus einem Atome Sauerstoff mehr und einem Atome Radikal weniger bestände, so kann man sich eine Vorstellung machen, warum die unvollkommenen Säuren in ihren Verbin-

ungen mit Basen dieselben Multipla aufnehmen, als wenn sie 4 Atome, und die vollkommenen, als wenn sie 6 Atome Sauerstoff enthalten; so daß in den überbasischen Salzen der Sauerstoffgehalt der Base $1\frac{1}{2}$ mal so groß als der der unvollkommenen, und $1\frac{1}{2}$ mal so groß als der der vollkommenen Säure ist. Beispiele hiezu geben das überbasische salpetrigsaure und salpetersaure Bleioxyd. Wenn es bewiesen wäre, daß in den mit diesen Säuren erhaltenen Salzen der Sauerstoff der Base z. B. den 4ten oder 6ten Theil des Sauerstoffes der Säure betrüge, so ist klar, daß dies für sie eine ähnliche Ausnahme seyn würde, als wenn in den übrigen Salzen dieser Säuren der Sauerstoff des einen Bestandtheiles kein Multiplum einer ganzen Zahl von Sauerstoff des andern ausmache.

Man kann nun fragen: findet eine solche Ausnahme Statt? Die so eben angeführten Regeln sind rein empirisch und sagen nur, daß das bisher Untersuchte sich so verhalte; aber wir kennen keinen Umstand, der dieses Verhältniß zur absoluten Nothwendigkeit mache. Findet man also eine Abweichung von den allgemein vorkommenden Verhältnissen, so verdient diese mit der größten Aufmerksamkeit und Genauigkeit untersucht zu werden, bevor man sie als Ausnahme betrachten darf. Eine solche nähere Untersuchung einer ähnlichen Ausnahme hat zu der gegenwärtigen Arbeit Veranlassung gegeben.

Rich. Phillips *) hat dasjenige basische essigsaure Kupfersalz untersucht, welches im Handel unter den Namen *Grünspan* vorkommt, und gefunden,

*) Annals of Phil. New Series T. IV. p. 161.

dass bei dieser der Sauerstoff der Essigsäure $\frac{1}{2}$ mal soviel betrage, als der des Kupferoxydes. Da diese Verhältnisse dem oben genannten empirischen Gesetze für die mit Säuren verbundenen Körper widersprach, so unterwarf ich die Verbindungen der Essigsäure mit dieser Base einer näheren Untersuchung, und ich glaube, dass das Resultat, zu welchem diese führte, nicht ohne Interesse seyn wird.

Bevor ich jedoch meine eignen Versuche anführe, will ich in der Kürze das erwähnen, was vor mir über diese Verbindungen bekannt war.

Chaptal bemühte sich den Unterschied aufzufinden, welchen der Grünspan aus der Gegend von Montpellier mit dem zeigt, der nach einem andern Verfahren in Grenoble bereitet wird und in Farbe von dem ersteren abweicht. Er zerlegte beide durch trockne Destillation und fand, dass eine Art mehr Kupfer als die andere enthalte, aber für das Verhältniss der Bestandtheile des Grünspans blieb sein Versuch, ohne Resultat.

Proust nahm eine gründlichere Untersuchung vor. Er fand, dass in dem mit Essigsäure gesättigten Salze das Kupferoxyd 39 pr. C. betrage, aber die verhältnissmässige Menge der Säure und des Kry stallwassers konnte er nicht bestimmen. Den im Handel vorkommenden Grünspan sah er anfangs für ein Gemenge zweier verschiedener Salze an, von denen das eine in Wasser auflöslich, das andere aber unlöslich seyn; er fand, dass das erstere 0,56 und das letztere 0,44 vom Gewicht des Grünspans betrage, auch dass das unlösliche Salz aus 63 pr. C. Oxyd und aus 37 pr. C.

Säure und Wasser besteht. Späterhin änderte er jedoch seine Meinung über die Natur dieses Salzes, theils aus dem Grunde, weil es vom Wasser zerfällt, wird, theils auch weil es mit Wasser gemengt ist, das man Kohlensäure leitet, zu neutralem essigsaurem und kohlensaurem Kupferoxyd zerfällt, theils endlich weil es beim Kochen mit Wasser (schwarzes Kupferoxyd) absetzt. Der letzte Umstand veranlaßte ihn, den Grünspan für eine Verbindung von neutralem kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat anzusehen, die beim Kochen zerlegt werde. Er fand darin 47 Theile neutrales Salz, 23 Thl. Kupferoxyd und 30 Thl. Wasser, Quantitäten, die nahe mit den Resultaten späterer Analysen übereinstimmen.

Thomson berechnete, auf Pronst's Versuche gestützt, die Zusammensetzung des neutralen essigsauren Kupferoxydes zu: Kupferoxyd 39,41, Essigsäure 25,14 und Wasser 35,47, und bemerkt in seinem Handbuche, daß er dieses Mischungsverhältniß als das wahre des Salzes ansehe.

Endlich hat B. Phillips diese Verbindung abermals einer näheren Untersuchung unterworfen und für die Zusammensetzung des neutralen Salzes gefunden: Kupferoxyd = 39,2; Essigsäure = 49,2 und Wasser = 11,6, wornach es also aus 1 Atom Kupferoxyd, 2 Atomen Essigsäure und 3 Atomen Wasser besteht *). Die Analyse gab ihm in verschiedenen Versuchen 38,9 bis 39,5 pr. C. Kupferoxyd. Um die Menge der Essigsäure zu bestimmen, zerlegte er das Salz mit Kalkhydrat, fällte die Auflösung mit kohl-

saurem Gas, kochte sie darauf zur Verjüngung des überschüssigen Gases und schlug nun den essigsauren Kalk durch kohlensaures Kali nieder, worauf er dann aus der Menge des kohlen sauren Kalkes die der Essigsäure berechnete. Hierauf untersuchte er eine ungewöhnliche reine Art von Grünspan auf dieselbe Weise, und erhielt Kupferoxyd 43,25, Essigsäure 28,5 und Wasser 28,45, welches nach Atomen betragen würde: 1 Atom Säure, 1 Atom Kupferoxyd und 6 Atomen Wasser. Als Phillips Grünspan mit Wasser zersetzte, fand er, daß sich neutrales essigsaures Kupferoxyd darin auflöste (welches er Binacetate nennt) und daß ein grünes Salz ungelöst zurückblieb, welches seiner Angabe nach aus 2 Atomen Kupferoxyd und 1 Atom Säure besteht, oder in wasserfreiem Zustande aus 0,7619 Kupferoxyd und 0,2381 Essigsäure. Was den schwarzen pulverförmigen Körper betrifft, so läßt er es unangemacht, ob er Kupferoxyd sey oder ein noch mehr basisches Salz. In allen diesen Analysen von Phillips finden Abweichungen von der früher angeführten empirischen Regel Statt, da nach ihnen in dem neutralen Salze der Sauerstoff des Wassers $1\frac{1}{2}$ mal so viel betrüge, als der des Kupferoxydes; im Grünspan der Sauerstoff der Säure $1\frac{1}{2}$ mal so viel als der des Oxydes, und in dem basischen Salze, das durch Zersetzung des Grünspans mit Wasser entsteht, der Sauerstoff der Base $\frac{1}{3}$ mal so viel als der der Säure.

1. Neutrales essigsaures Kupferoxyd.

Ich habe angeführt, daß Phillips den Wassergehalt dieses Salzes zu 3 Atomen auf 1 Atom Kupfer-

oxyd atgiebt; dies rührt aber daher, daß er sich hinsichtlich des Atomengewichtes der Essigsäure verrechnet hat. Durch meine analytischen Versuche über diese Säure und einige ihrer Verbindungen mit Basen, betrachte ich es für ziemlich ausgemacht, daß sie 0,47 ihres Gewichtes an Sauerstoff enthält, und daß sie neutrale Salze mit einer Menge von Basis giebt, deren Sauerstoff $\frac{1}{2}$ von dem der Säure ausmacht, d. i. $\frac{1}{2} = 15,666$. Phillips fand in dem neutralen Oxydsalze 39,5 pr. C. Kupferoxyd, die zur Sättigung 51,17 Thl. Essigsäure erfordern; die übrigen 9,33 Thl. wären alsdann Wasser, welches so nahe als man erwarten kann, mit dem Falle übereinstimmt, daß der Sauerstoffgehalt des Kupferoxydes dem des Kry stallwassers gleich sey, also das Salz nur 2 Atomen Wasser enthalte. Wäre dagegen der Sauerstoffgehalt des Wassers nach Phillips Berechnung $1\frac{1}{2}$ mal so groß, als der des Kupferoxydes, so würde das Salz eine sehr verschiedene Zusammensetzung bekommen, wie Folgendes zeigt:

	mit 2 At. Wasser	Sauerstoff- Multipla	mit 3 At. Wasser	Sauerstoff- Multipla
Kupferoxyd	39,76 . . .	1 . . .	38,05 . . .	1
Essigsäure	51,22 . . .	3 . . .	49,00 . . .	3
Wasser	9,02 . . .	1 . . .	12,95 . . .	1 $\frac{1}{2}$

Der Gehalt an Kupferoxyd bleibt offenbar immer derselbe, nach welcher Zusammensetzung auch das Salz berechnet wird. Um mich für den gegenwärtigen Fall nicht bloß auf meine älteren Versuche zu verlassen, nach denen die Zusammensetzung dieses Salzes in meinen chemischen Tabellen berechnet wurden und die in eine Zeit fielen, wo dieser Gegenstand noch nicht streitig war, so unternahm ich einen neuen

Versuch zur Bestimmung der Quantität des Kupferoxydes. Ich bediente mich hiezu der Kry-
 stalle eines Salzes, das seine Trockenheit nur durch langes Auf-
 bewahren erhalten hatte. Hundert Theile die-
 ses Salzes wurden in verdünnter Schwefelsäure aufge-
 löst, die Auflösung abgeraucht und der Ueberschuß
 der Schwefelsäure über einer Spirituslampe verjagt;
 es blieb schwefelsaures Kupferoxyd in kleinen glän-
 zenden Körnern zurück, die 79 Thle wogen und bei
 wiederholter Erhitzung bis zum schwachen Glühen
 nichts weiter an Gewicht verloren. 79 Thle schwefel-
 saures Kupferoxyd entsprechen 39,29 Thl. Kupferoxyd;
 und man sieht, daß das Resultat noch besser mit der
 Rechnung übereinstimmen würde, wenn man das in
 den Krytallen, oft in nicht unbedeutender Menge,
 enthaltene Decrepitationswasser abzieht. Die Zusam-
 mensetzung, die ich in den chemischen Tabellen als
 Acetas cupricus o. aqua auführte, ist folglich richtig.

2. Basische essigsaure Salze, die erhalten werden wenn man
 den Grünspan mit Wasser behandelt.

Der Grünspan schwillt im Wasser auf, und zer-
 geht zu einem Teig, der aus einer Menge kleiner Kry-
 stallschuppen besteht; diese Krytalle verstopfen bald
 die Poren des Filtrum, so daß es schwer hält den
 unauföselichen Theil völlig abzufondern; die abfiltrirte
 Flüssigkeit ist im concentrirten Zustande tief dunkel-
 blau. Man kann viel Wasser zu wiederholten Ma-
 len mit Grünspan in Berührung bringen, ohne daß
 er dabei die Intensität seiner Farbe verliert, ein Be-
 weis, daß das Wasser einen schwerlöslichen Körper
 auszieht. Dieser Umstand, so wie die blaue Farbe der

Flüssigkeit zeigen schon, daß die Flüssigkeit nicht bloß neutrales Salz enthalte, wie es Phillips angiebt. Wird die blaue Flüssigkeit bis nahe zum Sieden erhitzt, so setzt sie eine leberbraune flockige Materie ab, wird grün und enthält alsdann neutrales Salz. Verdunstet man die blaue Flüssigkeit bei einer so gelinden Wärme, daß sie nicht braun wird, welches im verdünnten Zustande leicht geschieht, so setzt sich an der Oberfläche der Flüssigkeit da, wo diese die Wände der Schale berührt, eine unregelmäßige blaue Salzmasse ab, die eine eigne pilzartige Vegetation bildet. Dasselbe Salz entsteht an dem Rande des Filtrums als ein blauer moosartiger Auswuchs. Endlich bleibt nach Verdunstung der Flüssigkeit diese blaue Salzmasse mit Kry stallen vom neutralen Salze gemengt zurück. Bei fortgesetztem Ausfüttern des unauf löslichen Theils des Grünspans, läuft das Wasser endlich farblos durch. Auf dem Filter bleibt ein blaues Pulver zurück, das sich gewöhnlich in Berührung mit dem Papiere zu schwarzen anfängt.

Kaltes Wasser zersetzt also den Grünspan in 3 verschiedene Salze, nämlich in neutrales essigsaures Kupferoxyd, in ein auflöliches basisches und in ein unlöslich basisches Salz. Uebergießt man Grünspan mit warmem Wasser in geringer Menge, so wird die Masse nicht schwarz, die Auflösung ist dunkelblau und enthält sehr viel von dem auflöselichen basischen Salze, das sich beim Erkalten als eine unregelmäßige blaue Masse ohne Spur von Kry stallisation absetzt. Wird Grünspan mit einer größeren Menge Wassers gekocht, so wird es braun; je größer die Quantität des Wassers war, um so geringere Hitze ist dazu erforder-

lich, so daß es mit sehr vielem Wasser schon bei $+40^{\circ}$ eintritt. Es setzt sich dabei ein braunes überbasisches Salz ab und die Flüssigkeit enthält, wenn sie sehr verdünnt ist, freie Essigsäure und das neutrale Salz.

A. Das in Wasser auflösliche basische Salz

wird folgendermaßen erhalten:

a) Eine Auflösung des Grünspans in reinem Wasser wird bei sehr gelinder Wärme verdampft, bis sich das Meiste von dem unauflöslichen Salze abgesetzt hat, und nun die mit dem abgeschiedenen Salze vermengte Flüssigkeit so weit erhitzt, daß sich sowohl das neutrale als auch das basische Salz wieder auflöst. Hierauf wird Alkohol hinzugegeben, worauf die Flüssigkeit nach einer Weile gelatinirt, indem sie kleine Kryalle absetzt; diese bringt man auf ein Filter von Cambrik und wäscht sie mit Spiritus ana; im trocknen Zustande haben die Kryalle eine bläuliche Farbe.

b) Eine Auflösung von neutralem essigsauren Kupferoxyde in kochendem Wasser wird so lange mit kausischem Ammoniak versetzt, bis sich der entstandene Niederschlag wieder aufgelöst hat, darauf filtrirt und zum Abkühlen hingestellt, Hierbei setzt sich das Salz als unkrySTALLIRTE Masse ab. Aus der erkalteten Flüssigkeit fällt Weingeist noch viel von demselben, in Gestalt kleiner unregelmäßiger Kryallschuppen. Das erhaltene Salz wird mit Alkohol gewaschen um es von anhängendem neutralen Salze zu befreien. Mit kausischem Kali entwickelt es keine Spur von Ammoniak. Wenn bei der Darstellung dieses Salzes die Auflösung zu sehr verdünnt ist, so wird sie sowohl

beim Abdampfen als auch beim Vermischen mit Alkohol zerlegt und zwar zu neutralem Salze, welches aufgelöst bleibt, und zu unauflöslichem basischem Salze, welches niedersinkt und alsdann nicht vom dem durch Alkohol gefällten auflöslichen unterschieden werden kann.

Als das auf eine dieser Arten bereitete Salz zu Pulver zerrieben, einige Stundenlang einer Wärme von $+60^{\circ}$ ausgesetzt wurde, verlor es in verschiedenen Versuchen 9,5, 10 bis 10,5 pr. C. an Gewicht, und seine Farbe ging dabei etwas ins Grüne über. Das getrocknete Salz ward mit Barythydrat und Wasser gemengt, eine Weile damit gekocht, darauf filtrirt und das Kupferoxyd gewaschen. Die abgelaufene Flüssigkeit, die Baryt in Ueberschuß enthielt, wurde durch einen Strom von kohlensaurem Gas gefällt und die Flüssigkeit alsdann zur Trockne verdampft. Durch Auflösen des essigsauren Barytes in Wasser wurde der kohlensaure Baryt abgeschieden. Ersterer gab mit Schwefelsäure 0,84 vom Gewichte des Salzes an schwefelsaurem Baryt, entsprechend 0,368 Essigsäure. Das Kupferoxyd wurde vom Filter durch einen Ueberschuß von Salzsäure aufgelöst. In die filtrirte und zum Kochen erhitzte Auflösung ward zur Abscheidung des Kupfers ein Stück reines Eisenblech gesenkt. Das erhaltene metallische Kupfer ward wohl ausgewaschen, getrocknet und in einen kleinen dazu eingerichteten Apparat gebracht, worin es zuerst in einem Strom von atmosphärischer Luft und dann in einem Strom von Wasserstoffgas geglüht wurde, ersteres um die vom Eisen zurückgelassene Kohle völlig zu verbrennen, letzteres um das oxydirte Kupfer zu

reduciren. Auf diese Art wurden 0,3435 vom Gewichte des Salzes an metallischem Kupfer erhalten; welches 0,4319 Kupferoxyd entspricht. In anderen Versuchen wurden 0,866 bis 0,868 vom Gewichte des Salzes an schwefelsaurem Kupferoxyd erhalten, und dies giebt ein gleiches Resultat. Das Gewicht des Kupferoxydes und der Essigsäure betragen zusammen 0,7999 vom Gewichte des Salzes; 0,10 hatte dieses bei $+ 60^{\circ}$ verloren; folglich waren noch 0,1001 Wasser im Salze zurückgeblieben, und daraus sieht man, daß dasselbe in der Wärme die Hälfte seines KrySTALLwassers verliert. 43,19 Th. Kupferoxyd enthalten 8,71 Th. Sauerstoff, und 36,8 Th. Essigsäure von demselben 17,3, d. h. noch einmal soviel als das Kupferoxyd, denn $8,71 \times 2 = 17,42$. Der Sauerstoff des Wassers beider Portionen beträgt zusammen $= 17,78$, also die Hälfte davon $= 8,89$; etwas mehr als der Sauerstoff-Gehalt des Oxydes, welcher geringe Ueberschuß gewiss von hygroscopischem Wasser herrührt. Das in der Hitze getrocknete Salz besteht folglich aus 3 At. Kupferoxyd, 4 At. Essigsäure, und 6 At. Wasser. Der ganze Wasser-Gehalt desselben beträgt 12 Atome, und seine Bestandtheile sind demnach:

	gefunden	berechnet	Atome	Sauerstoff-Multipla.
Kupferoxyd	43,19 . .	43,24 . .	3 . .	1
Essigsäure	36,80 . .	37,14 . .	4 . .	2
Wasser	20,01 . .	19,62 . .	12 . .	2

B. Das in Wasser unlösliche basische Salz.

Es wird aus dem Grünspan auf die Art erhalten, daß man ihn in Wasser aufschwellen läßt, und alsdann durch grobe Leinwand filtrirt, welche die klein-

nen Kryſtalle hindurchläßt, die fremden Unreinigkeiten aber zurückbehält. Die Flüssigkeit wird hierauf durch Cambrik filtrirt und so von den Kryſtallschuppen abgeſchieden. Letztere werden wohl ausgepreßt, zuerſt einige Mal mit Waſſer und dann auf Papier mit VVeingeiſt ausgewaſchen. Auf dieſe Art erhält man eine Maſſe, die aus kleinen hellblauen glänzenden Schuppen beſteht, und deren Farbe blauer und reiner iſt als die des vorhergehenden auflöſlichen Salzes. Bei $+ 100^{\circ}$ getrocknet, verlieren ſie nur eine geringe Quantität hygroſkopischen Waſſers, und verändern ihr Ausſehen nicht. In Waſſer ſchwellen ſie wieder zu einer kleiſterartigen Maſſe auf, ähnlich wie der Grünſpan.

In einem gewägten Porzellantiegel verbrannt, hinterließ dieſes Salz 0,6425 feines Gewichtes an Kupferoxyd. Dieſe Verbrennung kann man nur mit harten Maſſen dieſes baſiſchen Salzes vornehmen, und man muß dabei den Tiegel ſo lange bedeckt erhalten, bis die Säure verjagt iſt, weil die Maſſe ſonſt mit kleinen Detonationen verbrennt, und Kupferoxyd mechaniſch vom Gaſe fortgeriſſen wird. In einem andern Verſuche, wo das Salz mit Schwefelſäure geſättigt, der Ueberſchuß verdampft, und die Maſſe gelinde geglüht wurde, ergaben ſich 1,294 Theile vom Gewichte des Salzes an ſchwefelſaurem Kupferoxyd. Dieſem entſprechen 0,6436 Kupferoxyd. Eine andere Portion deſſelben Salzes durch Baryt-Hydrat auf die nämliche Art wie das vorhergehende Salz zerſetzt, lieferte 0,63 vom Gewicht des Salzes an ſchwefelſaurem Baryt, entſprechend 0,276 Eſſigſäure; für Waſſer bleibt dann 0,0804. Der Sauerſtoff des Kupferoxydes iſt 12,98,

der der Essigsäure 12,97, und der des Wassers 7,15; folglich enthalten Säure und Base gleiche Mengen Sauerstoff und das Wasser halb soviel als jede derselben. Das Mischungsverhältniß dieses Salzes ist also:

	gefunden	berechnet	Atome	Sauerstoff-Multipla
Kupferoxyd	64,36 . .	64,82 . .	3 . .	2
Essigsäure	27,60 . .	27,83 . .	2 . .	2
Wasser	8,04 . .	7,35 . .	3 . .	1

Enthielte das Salz 4 Atome Wasser, in welchem Falle man es als aus 1 Atom neutralem wasserfreiem Salze mit 2 At. Kupferoxyd-Hydrat zusammengesetzt betrachten könnte, so würde das Kupferoxyd nur 63,27 pr. C. betragen; aber ich habe sowohl mit dem auf diese, als auch mit dem auf andere Weise bereiteten Salze bei der Analyse stets mehr als 64 pr. C. Kupferoxyd erhalten. Ich führe dies deshalb an, weil ich anfangs glaubte, daß die Verschiedenheiten der Farbe, welche dieses Salz zeigt, von einer Verschiedenheit seiner chemischen Beschaffenheit herrühre, nach welcher die blaue Art eine solche Verbindung mit Kupfer-Hydrat darstellte, dagegen die grüne Varietät das gewöhnliche basische Salz sey. Aber die Versuche schienen diese Vermuthung nicht zu bekräftigen.

Wird eine kochende Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd mit kautistischem Ammoniak vermischt, bis sich der Niederschlag wieder aufgelöst hat; und die Auflösung alsdann eine Zeitlang in einer Temperatur von $+60^{\circ}$ erhalten, so setzt sich ein blaues krystallinisches Salz ab, welches von gleicher Zusammensetzung wie das vorhergehende ist. Läßt man darauf

die Flüssigkeit erkalten, so krystallisirt neutrales Salz heraus und es setzt sich das auflöseliche basische als eine zusammenhängende schwammige nicht krystallinische Masse ab.

Wenn eine Auflösung des neutralen Salzes in der Kälte durch Ammoniak mit der Vorsicht gefällt wird, daß sich nicht alle Essigsäure mit Ammoniak vereinigt, so erhält man eine grüne Gallerte, die bei dem Auswaschen hellblau wird, aber nicht im Mindesten krystallinisch ist. Sie muß zuletzt mit Weingeist ausgewaschen werden, damit sie sich nicht schwärzt. Sie schwillt nicht mehr im Wasser auf, was den kleinen Krystall-Schuppen eigenthümlich zu seyn scheint. Die Analyse bewies, daß es dieselbe Verbindung wie die zuletzt analysirte war.

Dieses basische Salz habe ich auch auf andere Arten erhalten; als ich z. B. eine Auflösung von neutralem essigsaurem Kupferoxyd mit Kupferoxyd-Hydrat macerirte, verwandelte sich dieses nach einigen Stunden in eine hellgrüne, schwere, pulverförmige Masse, die aus der Flüssigkeit genommen und ausgewaschen eine grüne Farbe besaß. Wenn einer concentrirten kochenden Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd kauftisches Ammoniak mit der Vorsicht hinzugesetzt wird, daß kein Ueberschuß von Alkali entsteht, so erhält man einen schweren, körnigen Niederschlag von schmutziger graugrüner Farbe, der sich leicht auswaschen läßt. Unter dem Vergrößerungsglas erscheint dieses Pulver als durchsichtige cubische an den Ecken abgerundete Krystalle. Beim Erhitzen decrepitiren die Körner. — Alle diese verschiedenen Varietäten mit Schwefelsäure behandelt, liefern von

160 Th. des getrockneten Salzes, 129,4 Th. an schwefelsaurem Kupferoxyd, und sind folglich alle ein und dasselbe basische effigsaure Salz.

Es ist dies daher diejenige Verbindung, die sich von allen andern basischen Salzen aus Essigsäure und Kupferoxyd am leichtesten bildet, und die größte Beständigkeit besitzt. Die Essigsäure ist in derselben mit 3mal soviel Basis als in dem neutralen Salze verbunden. Da bei diesem Salze der Sauerstoff des KrySTALLwassers nur die Hälfte von dem des Kupferoxydes ausmacht, so versuchte ich ein solches dadurch hervorzubringen, daß ich basisch schwefelsaures Kupferoxyd mit effigsaurem Natron digerirte; aber es wurde keine bemerkbare Zersetzung hervorgebracht.

Durch die Analyse dieser drei Salze haben wir nun gefunden, daß die Verbindung der Essigsäure mit Kupferoxyd nach den für die Säuren mit 3 Atomen Sauerstoff gewöhnlichen Multiplen der Base mit 1, 1,5, 3 vor sich gehen; was kann nun der Grünspan seyn?

3. G r ü n s p a n.

Der Grünspan kommt im Handel von verschiedenem Aeußeren vor; er ist bisweilen grün, bisweilen blaugrün und oft schön hellblau. Er ist in Essigsäure auflöslich ohne etwas anderes als mechanisch eingemengte Unreinigkeiten zurückzulassen; oft hinterläßt er Kupferoxydul und bisweilen in bedeutender Menge. — Im Allgemeinen kann man zwei Hauptvarietäten unterscheiden, deren Farbe sich am Besten im gepulverten Zustande beurtheilen läßt. Welche Verschiedenheiten in der Bereitungsart die-

fen Unterschied hervorbringen, habe ich nicht erfahren können; denn das Material zu meiner Untersuchung erhielt ich von Handlungshäusern, die den Ort der Fabrikation nicht anzugeben wußten. Ich wählte daher zu diesen Untersuchungen die grünste und die am reinsten blaue Art, welche ich erhalten konnte.

1. *Die grüne Art.* Das an der Luft getrocknete Pulver hinterließ beim Verbrennen 44 bis 44,6 pr. C. Kupferoxyd. Nach dem Trocknen bei $+60^{\circ}$ blieben 49 bis 50 pr. C. zurück. — Mit Barythydrat analysirt gab das getrocknete Pulver 0,8333 schwefelsauren Baryt, und durch die Ausscheidung des Kupfers auf die oben beschriebene Weise 0,4986 Kupferoxyd. Der bei $+60^{\circ}$ getrocknete Grünspan besteht also aus:

Kupferoxyd	49,86	enthält Sauerstoff	10,07
Essigsäure	36,66	- - -	17,23
Wasser,	13,48	- - -	11,88

Dem hier angeführten Wasser-Gehalt sind, außer dem Verlust, auch die Unreinigkeiten hinzugerechnet, welche zu fein zertheilt waren, als daß sie hätten abgeschieden werden können. — Das Resultat zeigt deutlich, daß die Masse ein mechanisches Gemenge war, in welchem das in Wasser auflösliche basische Salz einen Hauptbestandtheil ausmachte. Da dieses Salz durch das Trocknen bei $+60^{\circ}$ die Hälfte seines Wasser-Gehaltes verliert, so findet man darin eine neue Bekräftigung für die Gegenwart des in Wasser auflöslichen basischen Salzes, daß diese Art Grünspan beim Trocknen bei $+60^{\circ}$ ungefähr $\frac{1}{2}$ seines Gewichtes verliert.

2. *Die blaue Art.* Ich bekam davon eine ausgezeichnet reine Probe, die sich unter dem Vergrößerungsglase nur als aus kleinen glänzenden blauen Krystallschuppen bestehend zeigte, die auf einander falschen. Sie gab ein Pulver von sehr schöner und rein blauer Farbe, ähnlich der, welche von dem gepulverten blauen kohlenfauren Kupfer erhalten wird. Durch Baryt-Hydrat und durch Ausfällung des Kupfers in metallischer Form analysirt, so wie es zuvor angeführt ist, wurden von 100 Th. an der Luft bei $+ 20^{\circ}$ getrockneten Grünspans erhalten:

Kupferoxyd	43,34	enthält Sauerstoff	8,74	Atome	1
Essigsäure	27,45	- - -	12,90	-	$\frac{1}{2}$
Wasser	29,21	- - -	25,97	-	6

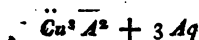
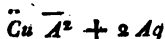
Dieses Resultat stimmt also mit dem von Phillips gefundenen überein, und beweist, daß in dem blauen Grünspan der Sauerstoff der Essigsäure $1\frac{1}{2}$ mal, und der Sauerstoff des Wassers 3 mal soviel beträgt wie der der Base. Die Ausnahme von dem empirischen Gesetze findet folglich bei dieser Verbindung wirklich Statt. So lange sie aber allein da steht, ist es nicht leicht zu entscheiden, ob das Salz wirklich eine von der Regel abweichende Zusammensetzung besitzt, oder ob seine Bestandtheile nur als auf eine mehr verwickelte Art zusammengetreten angesehen werden müssen und dennoch mit der Regel übereinstimmen.

Ohne ein entschiedenes Gewicht darauf legen zu wollen, werde ich hier anführen, auf welche Art ich versuchte diese Erscheinung zu erklären. Ich trocknete gepulverten blauen Grünspan bei $+ 100^{\circ}$ im Wasserbade, so lange er am Gewichte verlor, worauf

0,7655 zurückblieben. Das Pulver war zusammengefallen, sein Volumen sehr verringert, und seine Farbe schön grün geworden. Diese 76,55 pr. C. vom Gewichte des Salzes bestehen, nach dem was ich schon anführte, aus:

Kupferoxyd	43,34	enthält Sauerstoff	8,74
Essigsäure	27,45	- - -	12,90
Wasser	5,76	- - -	5,12

Der Sauerstoff des Wassers steht darin in einem bestimmten Verhältnisse zu den des Kupferoxydes; setzen wir aber voraus, der blaue Grünspan verwandle sich beim Entweichen des Wassers in neutrales Salz und in dasjenige basische, bei welchem die Säure von 5mal soviel Basis gesättigt ist als bei dem neutralen, beide mit dem gewöhnlichen Gehalte an Kry stallwasser versehen, so besteht das Gemenge aus einem Atome des einen und einem Atome des andern, nämlich aus:



d. h. das Kupferoxyd darin enthält 8 At. Sauerstoff, und das Wasser 5; aber nun ist $8 : 5 = 8,74 : 5,46$. Dafs der Wasser - Gehalt etwas zu geringe ausgefallen ist, kommt wahrscheinlich daher, dafs jeder Grünspan etwas von dem unlöslichen basischen Salz enthält, und die Berechnung einen vollkommen reinen Grünspan voraussetzt. Es ist also ziemlich klar, dafs schon eine Temperatur von $+60^\circ$, ohne Mitwirkung des Wassers, den Grünspan in 1 Atom neutrales und 1 At. basisches Salz zersetzt. Wir haben ferner gesehen, dafs sowohl kaltes als warmes Wasser dieselbe

Veränderung hervorbringen, es beruht also diese Verbindung auf ganz schwacher Verwandtschaft ihrer Bestandtheile unter sich.

Mein erster Gedanke war, daß bei der Bereitung dieses Präparates der Zutritt des Sauerstoffs so beschränkt werde, daß er nur zur Bildung von essigsaurem Kupferoxydul ($\text{Cu } \overline{\text{A}}$) hinreiche und daß dieses alsdann, an der Luft oxydirt, ein Oxyd-Salz bilden würde. Bei diesem Vorgange, welcher dem ähnlich ist, den man in der Mineralogie Epigénie nennt, könnte das schon feste Oxyd-Salz oxydirt, und die Bestandtheile mechanisch in Proportionen zusammengehalten werden, wie es bei der freien Beweglichkeit jener nicht stattfinden kann. Ich habe gefunden, daß wenn Grünspan in Destillations-Gefäßen nach und nach erhitzt wird, man bei einer gewissen Periode einen weißen Sublimat erhält, der bisweilen die Kugel der Retorte mit einer leichten wolleartigen KrySTALLISATION ausfüllt. Dieses Sublimat ist wasserfreies essigsaures Kupferoxydul ($\text{Cu } \overline{\text{A}}$). Ich setzte es Versuchsweise der feuchten Luft aus, um dadurch Base und Säure auf die Art wie im Grünspan ($\text{Cu } \overline{\text{A}}$) vereinigt zu erhalten, aber es veränderte sich nicht. Durch Wasser wird es zersetzt, es scheidet sich Kupferoxydul-Hydrat als ein gelbes Pulver ab, und neutrales Oxydsalz löst sich in dem Maasse auf, als das Oxydsalz an der Luft Sauerstoff anzieht. — Ich schichtete hierauf reine Kupferplatten, die mit einem Teige aus neutralem essigsaurem Kupferoxyde und Wasser belegt waren, auf einander und liefs sie so

zwei Monate lang in einer Luft stehen, die zuweilen gewechselt aber stets bis zum Maximum feucht gehalten wurde. Nach Verlauf dieser Zeit waren die Platten mit einer Kruste kleiner seidenartig glänzender blauer Kryttalle von Grünspan bedeckt, die, abgenommen und an der Luft getrocknet, vollkommen dasselbe analytische Resultat wie der im Handel vorkommende Grünspan gaben. Es wird dadurch die Idee eine Epigenie völlig widerlegt, und es geht daraus hervor, daß das Kupfer in Verbindung mit Sauerstoff und Wasser sich mit dem neutralen Salze vereinige. — Dadurch wurde mir nun Proust's Idee wahrscheinlicher, den Grünspan als eine Verbindung des neutralen Salzes mit Kupferoxydhydrat und Kryttallwasser zu betrachten. Ich suchte schon früher zu beweisen, daß das blaue kohlen saure Kupfer (Kupferlasur) aus 1 At. Kupferoxydhydrat und 2 At. neutralem kohlen sauren Kupfer bestche, und daß der künstliche kohlen saure Zink und die Magnesia alba ähnliche Verbindungen von Hydrat mit Carbonat seyen *). Kürzlich fand ein englischer Naturforscher **) ein blaues kryttallisirtes Mineral, das aus 1 Atom schwefel saurem Bleioxyde und 1 At. Kupferoxydhydrat zusammengesetzt war. ($\ddot{Cu} Aq^2 + \ddot{Pb} \ddot{S}^2$). Wäre es wohl weniger möglich, daß sich Kupferoxydhydrat unter günstigen Umständen mit essig saurem Kupferoxyde verbinde? Man würde einwenden können, die Menge des Wassers sey größer als zur Bildung des

*) Afhandl. i Fysik etc. VI. 12 u. f.

**) Brooke, Annals of Philosophy, Aug. 1822. p. 118.

Hydrates nöthig ist; aber eben so verhält es sich auch mit den eben angeführten Zink- und Talkerde-Verbindungen, und es kann als keine Ungereimtheit betrachtet werden, wenn man den Ueberschuss für das Kry stallwasser der doppelten Verbindung ansieht. In diesem Falle wäre die Formel für den Grünspan nicht $\text{Cu } \overline{A} + 6 \text{ Aq}$, sondern $\text{Cu } \overline{A}^2 + \text{Cu } \text{Aq}^{12} *$). Man würde noch hinzusetzen können, daß wenn die Verbindung nach der ersten einfachen Formel zusammengesetzt sey, man keine so grose Beweglichkeit ihrer Bestandtheile erwarten dürfe, zufolge welcher sie durch die geringste Kraft in andere Verhältnisse zusammentreten.

4. Das schwarze basische essigsaure Kupferoxyd.

Wenn eine verdünnte Auflösung des löslichen basischen Salzes erhitzt wird, so fällt eine flockige leberbraune Materie nieder, die auf das Filter gebracht nach dem Auswaschen und Trocknen schwarz wird und stark abfärbt. Sie geht leicht durch das Filter und macht die Flüssigkeit trübe sobald sie anfängt ausgewaschen zu seyn. Man kann das Auswaschen so lange fortsetzen wie man will; die Flüssigkeit enthält dessen ungeachtet immer etwas von dem durchgegangenen Körper, und verdunstet man sie, so bleibt auf dem Glase eine dünne durchscheinende farblose Haut

*) Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, daß es Verbindungen mit noch mehr Kupferoxydhydrat gebe, denn ich fand auf dem von mir bereiteten Grünspan Flecken von einer tiefen und reinen dunkelblauen Farbe, die jedoch für eine Untersuchung in nicht hinreichender Menge vorhanden waren.

zurück, die einem Ueberzug von Firniß ähnlich ist. Diese rührt von der Auflösung des braunen Körpers in Wasser her.

Wird zur Bereitung dieses Körpers der Grünspan oder das unauflösliche basische Salz mit Wasser gekocht, so ist die durchlaufende Flüssigkeit leichter klar zu erhalten, aber der Niederschlag enthält alsdann beständig einen Antheil von dem unauflöslichen grünen Salze, der nicht zersetzt ward.

100 Th. dieses schwarzen basischen und bei $+ 65^{\circ}$ getrockneten Salzes durch Barythydrat und durch Ausfällung des Kupfers mit Eisen analysirt, lieferten 5,6 bis 5,7 Theile schwefelsauren Baryts und 91,6 bis 92,5 Kupferoxyd. In einem andern Versuche mit Schwefelsäure zersetzt, wurden 183,95 Th. schwefelsauren Kupferoxyds = 91,46 Kupferoxyd erhalten. Die Mittelzahl davon ist 92 pr. C. Kupferoxyd, dessen Sauerstoff = 18,55. 5,6 schwefelsaurer Baryt entsprechen 2,45 Essigsäure, deren Sauerstoff gleich 1,151 ist; aber $1,151 \times 16 = 18,416$. Für das Wasser bleibt 5,55, dessen Sauerstoff 4,934 ist, welche wieder ein wenig mehr ist als das 4 fache des Sauerstoffs der Essigsäure, oder etwas mehr als $\frac{1}{4}$ des im Kupferoxyde vorhandenen. Dieses Salz besteht daher aus

	gefunden	berechnet	Atome
Kupferoxyd	92,00 . . .	92,30 . . .	24
Essigsäure	2,45 . . .	2,44 . . .	1
Wasser	5,55 . . .	5,26 . . .	12

Folgendes ist summarisch das Resultat der hier aufgeführten Untersuchungen:

1. die Essigsäure kann sich mit Kupferoxyd in folgenden Verhältnissen verbinden, als

1. Neutrales effigsaures Kupferoxyd $= \bar{Cu} \bar{A}^2 + 2 Aq$
2. Blauer Grünspan $= \bar{Cu} \bar{A} + 6 Aq$
3. Auflösliches basisches Salz $= \bar{Cu}^2 \bar{A}^4 + 12 Aq$
4. Unauflösliches basisches Salz $= \bar{Cu}^2 \bar{A}^2 + 3 Aq$
5. Schwarzes oder braunes basisches Salz $= \bar{Cu}^2 \bar{A} + 12 Aq$

Wird die Quantität der Base in dem neutralen Salze als Einheit angenommen, so multiplicirt sich die Menge der Base gegen dieselbe Quantität Säure mit $1\frac{1}{2}$, 2, 3 und 24. In dem ersten Salze nimmt die Base doppelt so viel Säure auf wie in dem zweiten, und in dem dritten doppelt so viel wie in dem vierten.

2. Von allen diesen hat das zweite Salz die einfachste Zusammenfetzung, und besteht, dem Gewichte der Bestandtheile nach, aus der kleinsten Anzahl einfacher Atome; aber ungeachtet der scheinbaren Einfachheit dieser Verbindung, ist sie dennoch die am wenigsten beständige.

Bei $+ 60^\circ$ Wärme wird dieses Salz unter Verlust eines Theiles seines chemisch gebundenen Wassers zu einem Atom des ersten, und zu einem Atom des vierten Salzes zerfetzt; durch eine hinlängliche Quantität kalten Wassers hingegen zu einem Atom des ersten, zu einem Atom des dritten, und zu 2 At. des vierten Salzes; endlich zerfällt es durch eine hinreichende Menge kochenden Wassers in eine große Anzahl Atome des ersten Salzes und in einige des fünften. Diese Umstände, verbunden mit dem, daß in diesem Salze der Sauerstoffgehalt der Säure von dem der Base kein Multiplum mit einer ganzen Zahl ist, sondern mit $1\frac{1}{2}$, machen es wahrscheinlich, daß der blaue Grünspan keine so einfache Zusammenfetzung habe wie es die zuvor gegebene Formel andeutet, sondern daß es eine Verbindung des ersten Salzes mit Kupferoxydhydrat und Kry stallwasser sey. Die Formel für ihn wäre deshalb $\bar{Cu} \bar{A}^2 + \bar{Cu} Aq^2 + 10 Aq$, in welcher durch das letzte Glied das Kry stallwasser von dem Wasser unterschieden ist, welches sich gegen das Kupferoxyd wie eine Säure verhält.

II.

*Kann das menschliche Auge überhaupt und in welchem Grade der Deutlichkeit unter dem Wasser sehen? *)*

vom

Hrn. Hofrath MUNKKE, Prof. der Physik zu Heidelberg.

Bei der neuen Bearbeitung des Gehler'schen Wörterbuches der Physik mußte diese Frage, welche vor einigen Jahren Gegenstand mehrerer Discussionen war, nothwendig zur Untersuchung kommen, und ich nahm mir daher vor, sie so weit wie möglich bestimmt zu beantworten, um so mehr, als die bisher bekannten Erfahrungen und darauf gestützten Behauptungen einander scheinbar widersprechen, indem einige eben so bestimmt die Möglichkeit des Sehens unter Wasser annehmen, als andere dieselbe verneinen.

Die nächste Veranlassung zu der eben erwähnten Untersuchung dieser Frage hat dasjenige gegeben, was in diesen Annalen **) über dieselbe mitgetheilt ist, und außer welchem ich den Gegenstand im Verhältnisse gegen die Ausführlichkeit verwandter Untersuchungen kaum erwähnt finde. Am frühesten hat der

*) Vorgelesen in der Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde zu Heidelberg.

**) Bd. XXXIV. p. 34; 36; 43; 59. Bd. XXXVI. p. 374.

gelehrte und scharfsinnige Huygens *) die Frage aufgeworfen, und auf eine eigenthümliche Weise kurz, im Ganzen aber sehr genügend beantwortet. Er sagt nämlich, daß durch das Wasser diejenige Brechung des Lichtes wegfallt, welche dasselbe beim Eintritt in die wässerige Feuchtigkeit des Auges erleide, weil das Brechungsvermögen beider, des Wassers und der wässerigen Feuchtigkeit im Auge gleich sey (den Einfluß der Cornea als unbedeutend vernachlässigt). Hiernach müsse diese also durch ein Glas ersetzt werden, welches mit der Cornea gleiche Krümmung habe, also durch eine biconvexe Linse von 0,3 Z. Brennweite, durch welche Taucher unter Wasser sehen würden. Uebrigens sey das Sehen unter Wasser nicht anders, als wenn ein sehr alter Mann (welches so viel ist als ein sehr weitfichtiger) durch ein nahe vor das Auge gehaltenes starkes Hohlglas sehen wollte. Smith **), indem er von gleichen Grundsätzen ausgeht, giebt eine richtigere Anweisung. Er sagt nämlich: das Licht werde, aus der Luft in das Auge fallend, durch die wässerige Feuchtigkeit in einen hinter der Retina liegenden Brennpunkt vereinigt, und daß das Bild die Retina erreiche, sey dann eine Folge der abermaligen Brechung durch die KrySTALLlinse. Diesemnach müsse unter Wasser die Brechung durch die wässerige Feuchtigkeit des Auges mittelst einer Glaslinse ersetzt werden, deren Brennweite für Lichtstrahlen, welche aus Wasser in Glas fallen, derjenigen gleich sey, welche die wässerige Feuchtigkeit des Au-

*) Dioptr. p. 118.

**) Optik übers. von Kaelner, p. 375.

ges für die aus der Luft einfallenden Lichtstrahlen giebt. Indem dann das Brechungsverhältniß aus Wasser in Glas $= 9 : 8$ angenommen wird, so ergibt die Rechnung, daß der Halbmesser jeder Krümmung einer biconvexen Linse, wodurch das Sehen unter Wasser möglich werden würde, dem Halbmesser der Krümmung der Cornea gleich seyn müsse.

Nach Huygens finde ich die Sache zuerst wieder durch La Hire erörtert, welcher die Frage aus theoretischen Gründen dahin beantwortet, daß, wohl kein deutliches Bild auf der Retina erzeugt werden könne, weil die dem eigenthümlichen Baue des Auges zukommende Brechung des Lichtes aus der Luft in dasselbe weg falle. Ein höchst unvollkommener Versuch soll diesen Satz erweisen. La Hire nahm nämlich eine Katze, tauchte ihre Augen im Wasser unter, und bemerkte dabei eine starke Erweiterung der Pupille, welches ihm zu beweisen schien, daß das Thier sich vergebens bemüht habe ein deutliches Bild zu erhalten *). Die Physiologen dürften aber gegen diesen Schluß mit Grunde gar vieles einzuwenden haben.

Es scheint mir in der That etwas auffallend, daß seit jener langen Zeit, bei den unglaublich zahlreichen Untersuchungen über das Sehen und die Bedingungen desselben, gerade dieser specielle Gegenstand überall nicht eigentlich weiter erörtert ist. Man findet zwar häufig die unbestreitbare Wahrheit wiederholt, daß die Augen der Fische für das Medium, worin sie zu sehen bestimmt sind, eingerichtet, d. h.

*) Mém. de l'Acad. de Par. 1709. p. 95.

mit einer kugelförmigen und aus stark brechenden Flüssigkeiten bestehenden Linse versehen seyen, und sich daher am meisten von denen der Raubvögel unterscheiden, welche noch in sehr verdünnter Luft scharf sehen; allein beide Sätze werden bloß im Allgemeinen und ohne nähere scharfe Bestimmungen aufgestellt.

Fast ein volles Jahrhundert nach La Hire's, seitdem allgemein angenommener, Behauptung veranlaßte eine beiläufige Aeußerung Nicholson's über Franklin's Anweisung zum Erlernen des Schwimmens *) mehrere geübte Taucher die Resultate ihrer Erfahrungen über das Sehen unter dem Wasser auszusprechen **); allein es ist dabei gewiß im höchsten Grade auffallend, daß die, mit der größten Zuversicht und durchaus keinem Zweifel gegen ihre moralische Wahrheit unterliegenden Behauptungen der Empiriker einander schnurstraks widersprechen, indem so ziemlich gleich viele bestimmt versichern, sie könnten unter Wasser sehen, als andere dagegen die Möglichkeit gänzlich leugnen. Dieses veranlaßte den, für die Wissenschaft viel zu früh verstorbenen Gilbert mit einigen Bekannten eine Reihe von Versuchen anzustellen ***), wodurch die Sache genau genommen eben so bestimmt entschieden ist, als durch die von demselben aus optischen Gründen entlehnte

*) Gilb. Ann. XXXIV. 34.

**) Man findet alles hierüber Vorhandene in den oben angeführten Stellen der Ann. d. Phys.

***) Ann. XXXVI. 375.

theoretische Entscheidung *). Weil indeß bei einer so interessanten Frage der Widerspruch unter den entgegengesetzten Behauptungen einmal besteht; so scheint es mir nicht überflüssig, dieselbe nochmals genau zu erörtern, um wo möglich die Theorie und die widersprechenden Erfahrungen mit einander zu vereinigen.

Es sey zu diesem Ende in möglichst genauen Bestimmungen: **)

der Halbmesser der Cornea	= ρ = 3,75
der Halbmesser der vorderen Linsenfläche	= r = 3,00

*) Ann. XXXIV. 34. Dasselbst heißt es: „Lichtstrahlen, welche „aus dem Wasser in das Auge treten, leiden nämlich eine „weit schwächere Brechung, als beim Uebergange aus der „770 mal dünneren Luft. Die von einem leuchtenden Punkt „ausgehenden Strahlen, welche aus dem Wasser in das „Auge treten, werden folglich weit hinter der Netzhaut zusammengebrochen werden, und es scheint also, nach diesen Gründen der Optik, es sey nicht möglich, „unter Wasser anders deutlich zu sehen, als wenn man ein „Glas zu Hülfe nimmt, das den Strahlen schon vor dem Auge „eine convergirende Richtung giebt, d. h. eine stark convexe „Glaslinse.“

*) Man bedient sich bei den Bestimmungen der Dimensionen des Auges und seiner Theile meistens der durch Jurine aus den Petit'schen Messungen auf englische Decimallinien reducirten Größen. Hier werden aber die ursprünglichen, durch Petit aus seinen zahlreichen Messungen erhaltenen mittleren Größen in pariser Duodecimallinien genommen, und die Brechungen der Flüssigkeiten nach den neuesten Bestimmungen durch Choffat, Brewster u. a., wie ich sie für den Artikel: Auge im neuen Gehler aufgesucht habe.

der Halbmesser der hinteren Linsenfläche	$= r' = 2,115$
der Abstand der Linse von der Cornea	$= a = 1,125$
die Dicke der Linse	$= b = 2,100$
das Brechungsverhältniß aus Luft in die wässerige Feuchtigkeit	$= n : 1 = 1,337$
aus der wässerigen und gläsernen Feuchtigkeit in die Kryfalllinse	$= m : 1 = 1,049$
das Brechungsverhältniß von Wasser in die wässerige Feuchtigkeit	$= w : 1 = 1,00075$

so ist ohne Rücksicht auf die Linse für das Sehen außer dem Wasser, wenn der gesehene Gegenstand sich in der Entfernung $= d$ vom Auge befindet, der Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen $f = \frac{ndq}{(n-1)d-q}$; wo sich dieselben zum Bilde vereinigen würden, wenn die Kryfalllinse die convergirenden Lichtstrahlen nicht abermals bräche. Setzen wir dann

$$x = \frac{ndq}{(n-1)d-q} - a; \text{ und der Kürze wegen}$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{mrr' - (m-1)r'b}{(m-1)mr - (m-1)^2b + m(m-1)r'}, \text{ so ist der Abstand des Brennpunktes von der hinteren Fläche der Kryfalllinse } z = \frac{\alpha x - rr'b}{\beta x - (m-1)rb + mrr'}, \text{ wor-}$$

nach der Abstand der Cornea von der Retina $= z + a + b$ seyn wird *). Der numerische Werth dieser Formel nach den oben gegebenen Bestimmungen, und $d = 10$ parisi. Zoll gesetzt, giebt $f = 16,13982$; also $x = 15,11482$;

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{7,6225}{0,2779} \text{ und } z = \frac{100,467}{11,53824} = 8,707$$

*) Vergl. *Offers de mutationibus oculi internis*. Gott. 1780. 4.

somit also den Abstand des Bildes von der Cornea in par. Duodecimallinien $= 8,707 + 2 + 1,25 = 11,957$, für die durch Petit und andere gefundenen Dimensionen etwas zu groß, was aber hier nicht in Betrachtung kommt, und aus anderweitigen, hier nicht näher zu erörternden Gründen erklärlich ist.

Berechnen wir dann ferner den Werth von f , oder die Weite des Brennpunktes für die aus einer Entfernung von 10 Zoll aus Wasser auf die Cornea fallenden Lichtstrahlen, indem in der Formel statt n der oben angegebene Werth von w substituirt wird; so findet sich $f = -123,043$, d. h. die aus einer Entfernung von 10 Z. aus Wasser auf die Cornea fallenden Lichtstrahlen werden durch die Wölbung derselben und die brechende Kraft der wässerigen Feuchtigkeit gar nicht vereinigt, sondern würden in der Entfernung von 10 Z. einen Brennpunkt bilden,, wenn sie aus einer Entfernung von 10 Zoll 3 L. kämen. Es ist also hieraus an sich schon klar, daß das Brechungsvermögen der Linse nicht hinreichen kann, um diese Lichtstrahlen auf der Retina zum Bilde zu vereinigen, man mag das Vermögen des Auges, sich für ungleiche Entfernungen einzurichten, auch noch so groß annehmen.

Sucht man ferner aus dem so eben gefundenen Werthe von f den von x , und hieraus z nach der oben angegebenen Formel; so ergiebt die Rechnung $z = 27,54$ Lin., wornach also die Vereinigung der Lichtstrahlen zum Bilde diejenige, in welcher die aus der Luft in das Auge fallenden Lichtstrahlen ein Bild erzeugen, um etwas mehr als das Dreifache übertrifft. Hieraus ergiebt sich, daß unter Wasser befindliche

Gegenstände kein Bild auf der Retina erzeugen, mithin auch nicht eigentlich gesehen werden können.

Ehe ich versuche, die ohne Zweifel nicht erdichteten oder in der Absicht zu täuschen ausgesprochenen Behauptungen des Gegentheils hiermit wo möglich zu vereinigen, sey es erlaubt, im Verfolge der theoretischen Betrachtungen zuvor die Form einer Linse zu bestimmen, deren sich Taucher zum Sehen unter Wasser bedienen müßten. Die Aufgabe ist nicht schwer. Wir haben nämlich oben gesehen, daß die Wirkung der Cornea und der wässerigen Feuchtigkeit derjenigen einer Glaslinse zu vergleichen ist, welche die von einem in 10 Z. Entfernung befindlichen Gegenstände aus der Luft einfallenden Lichtstrahlen in einem Abstände von 16,3982 zum Bilde vereinigt. Indem diese Wirkung aber bis auf eine Kleinigkeit beim Sehen unter Wasser wegfällt; so muß diejenige Linse gesucht werden, welche diese Vereinigung wieder hervorbringt. Zur Erleichterung der Rechnung wird es erlaubt seyn, auf die zwischen der Linse und dem Auge gebildete biconcave Wasserlage keine Rücksicht zu nehmen, um so mehr, als auch der Einfluß der Cornea nebst der wässerigen Feuchtigkeit des Auges unberücksichtigt bleibt. Es sey demnach der Abstand des zu sehenden Objectes von der Linse

$$= d = 10 \text{ Z.}$$

der gemeinschaftliche Halbmesser der Krümmungen beider Flächen der Linse $= r$

die brechende Kraft des Glases $= m = 1,55$

des Wassers $= n = 1,331$

so ist die Brennweite derselben

$$f = \frac{ndr}{2(m-n)d - nr}$$

Indem hierin aber f bekannt ist; so findet man die unbekannte GröÙe

$$r = \frac{2(m-n)fd}{n(f+d)} = \frac{838,276}{182,3644} = 4,6 \text{ Lin.}$$

Es wäre also eine Loupe für das gesunde Auge zum Sehen unter Wasser erforderlich.

Huygens verglich in der oben erwähnten Stelle das Sehen unter Wasser mit dem Sehen eines Weit-sichtigen durch eine sehr scharfe Lorgnette. Dieses ist allerdings richtig; begreift aber zwei entgegengesetzte Bedingungen, indem die Schärfe der Lorgnette und die Weit-sichtigkeit des Auges, beide einander entgegengesetzt; in ein gewisses mittleres Verhältniß kommen müßten, um eine solche Undeutlichkeit des Sehens hervorzubringen, als diejenige ist, welche durch den Einfluß des Wassers auf die Brechung der Lichtstrahlen verursacht wird. Nehmen wir dagegen das normale Auge an, und dessen Weite des deutlichen Sehens = 10 Z.; so würde für dieses unter Wasser eine Undeutlichkeit entstehen, als wenn es beim gewöhnlichen Sehen sich einer biconcaven Linse bediente, deren Zerstreuungsvermögen das Vereinigungsvermögen der wässerigen Feuchtigkeit gerade aufhöbe, oder deren negative Brennweite der positiven jener erwähnten biconvexen gleich wäre, also deren beide gleiche Flächen einen Radius von 16,3982 hätten. Mit einer solchen biconcaven Linse läßt sich der Versuch des Sehens unter Wasser

ohne die damit verbundenen anderweitigen Hindernisse künstlich nachahmen.

Hieraus läßt sich endlich auch die Frage beantworten, wie kurzsichtig jemand seyn müßte, wenn er ohne den Gebrauch einer biconvexen Linse fähig seyn soll, unter Wasser deutlich zu sehen. Dafs nämlich Kurzsichtige dieses Vermögen mehr besitzen als Weitlichtige, geht aus den angestellten Betrachtungen von selbst hervor. Um die aufgeworfene Frage zu beantworten, darf man nur berücksichtigen, dafs ein Kurzsichtiger dann unter Wasser deutlich sehen würde, wenn er sich beim gewöhnlichen Sehen einer so eben bezeichneten biconcaven Linse bediente. Liefse er diese dann unter Wasser weg; so würden die Lichtstrahlen in seinem Auge auf gleiche Weise ein scharfes Bild erzeugen, als beim gewöhnlichen Sehen durch eine solche biconcave Linse. Aus der Theorie der Brillen ergibt sich aber, dafs: wenn die Brennweite der Linse $= f$; die Weite des Sehens beim normalen Auge $= b$; die Entfernung, in welcher das kurzsichtige Auge deutlich sieht $= d$ ist; so muß $f = \frac{db}{b-d}$ seyn. Hieraus findet man leicht den Grad der Kurzsichtigkeit, oder den erforderlichen Ort des Bildes durch eine biconcave Linse $= d = \frac{fb}{b+f}$; und wenn man hierin die Weite des deutlichen Sehens $= 10$ Zoll; die negative Brennweite der Lorgnette $= 16,3982$ Lin. setzt; so findet sich der Grad der Kurzsichtigkeit $= 1$ Z. $2,4268$ Lin. genau. Aus dieser Gröfse können wir abermals in genäherten Werthen fin-

den, wie weit das Bild eines Gegenstandes im Wasser gesehen hinter die Netzhaut des normalen Auges fallen muß, indem die Brennweiten des Auges in der Luft zu der unter Wasser sich nahe genau verhalten müssen wie die Brennweiten eines in 10 Z. und eines in 1 Z. 2,43 Lin. Abstand sehenden Auges.

Indem aber jene oben $f = \frac{ndq}{(n-1)d-q} = 16,{}^{'''3982}$ für $d = 10$ Z. gefunden ist; so darf man nur den eben gefundenen Abstand von 1 Z. 2,43 Lin. $= \delta$ in diese Formel setzen; um $f' = \frac{ndq}{(n-1)\delta-q} = 65,{}^{'''009}$ zu erhalten. Es ist aber

$\frac{f'}{f} = \frac{d(n-1)\delta-\delta q}{d(n-1)\delta-dq} = 3,965$. Die Vereinigung der Strahlen findet also hiernach in einer fast vierfachen Brennweite des in der Luft sehenden Auges Statt, oder liegt drei Brennweiten des Auges hinter der Retina, woraus abermals die Unmöglichkeit des deutlichen Sehens unter Wasser hervorgeht. Dieses Resultat ist indess etwas zu groß, weil der Einfluß der wässerigen Feuchtigkeit des Auges hier vernachlässigt ist; und jenes oben erhaltene ist daher das richtigere.

Und nun zur Beantwortung der Frage: wie sich hiermit die verschiedenen oben erwähnten widersprechenden Aussagen der Taucher vereinigen lassen. Zuerst in Beziehung auf diejenigen, welche das Sehen unter Wasser geradezu leugnen; hat die Sache keine Schwierigkeit; denn ihre Behauptung steht völlig im Einklange mit der Theorie. Allein wie mit diesen letzteren die Aussagen derjenigen Taucher zu verein-

nigen sind, welche eben so bestimmt das Gegentheil behaupten, scheint auf den ersten Blick um so schwieriger, als man nothwendig ihre Aussagen für das Resultat einer vollen Ueberzeugung ansehen muß.

Zuvörderst bin ich auf keine Weise geneigt, diejenigen, welche sich das Vermögen, unter Wasser sehen zu können, beilegen, für so kurzsichtig zu halten, daß durch den Einfluß des Wassers dieser ihr Gesichtsfehler corrigirt würde. Eine so starke und seltene Kurzsichtigkeit müßte ihnen selbst und auch namentlich dem verstorbenen Gilbert aufgefallen seyn, als er sich mit ihnen unterhielt. Eben so wenig aber ist anzunehmen, daß das Vermögen der Augen, sich für verschiedene Entfernungen einzurichten, bei ihnen so stark seyn sollte, als erforderlich seyn würde, um den Einfluß des Wassers auf die Lichtstrahlen zu compensiren. Dessenungeachtet aber läßt sich ihre Aussage erklären.

Bei der Beantwortung der aufgeworfenen Frage kommt übrigens zur Hebung eines anscheinenden Widerspruches noch Folgendes in Betrachtung. Viele, und wohl die meisten, Augen können wegen der Empfindlichkeit der Conjunctiva und der Thränen-drüse gegen den Eindruck des kalten Wassers, worin der Versuch in der Regel angestellt wird, gar nicht geöffnet werden, und diejenigen Individuen, mir scheint es wohl die meisten, bei denen dieses der Fall ist, werden daher die Möglichkeit des Sehens unter Wasser schon aus diesem Grunde ableugnen *).

*) Mit warmen Wasser in einem Glase lassen sich die Versuche leicht anstellen.

Wenn dieses aber auch bei andern der Fall ist, welche gewiß wissen, daß sie die Augen unter Wasser zu öffnen vermögen; so ist ihr Ausdruck der bestimmtere, denn daß von einem eigentlichen Sehen, als Folge eines im Auge erzeugten scharfen Bildes, nicht die Rede seyn könne, ergibt sich schon aus der einfachen Erfahrung, daß man nicht deutlich sieht, wenn sich zufällig eine Menge Thränen auf dem Auge gesammelt haben *), welche deswegen erst weggewischt werden, wenn der betrachtete Gegenstand deutlich erscheinen soll.

Wenn dagegen andere die Möglichkeit des Sehens unter Wasser behaupten; so ist ihr Ausdruck bloß undeutlich. Taucher, welche Gegenstände aus dem Wasser holen, machen diesen Versuch in der Regel, wo nicht immer, mit glänzenden, also vieles Licht, vorzüglich auf dem dunklen und schmutzigen Grunde reflectirenden Gegenständen. Sie unterscheiden also ohne eigentliches Bild den hellen Gegenstand von denjenigen Stellen, welche weniger Licht reflectiren, oder mit andern Worten: sie erhalten einen stärkeren Lichtschein, und nennen die Empfindung desselben ein Sehen **). Als ein Analogon könnte man anfüh-

*) Es kommt dabei sehr auf die Beschaffenheit der vorderen Fläche dieser Thränenlage an. Indess läßt sich annehmen, daß in den meisten Fällen die lothrechte, mit ihr zusammenfallende Linie etwas concav oder gerade sey. Bloß im letzten Falle, und überhaupt die vordere Fläche als eben angenommen, wäre die Sache völlig adäquat.

**) Ich meine irgendwo gelesen zu haben, daß schon bei den Römern sich die Perlenfischer geschliffener Gläser bedienten. Oder geschieht dieses bei den Indiern?

ren, daß es noch fraglich ist, ob bei geringer Irradiation die kleinsten sichtbaren Sterne ein eigentliches Bild im Auge erzeugen, oder vielmehr einen bloßen Lichtschein veranlassen, da ihr optischer Winkel kleiner ist als 0,2 Sec. Dennoch, aber wird wegen ihres hellen Glanzes ein jeder behaupten, daß er sie sieht.

Diese Erklärung hebt, wie mich dünkt, den scheinbaren Widerspruch völlig auf, und stimmt genau mit den Resultaten der oben erwähnten, von Gilbert und einigen seiner Bekannten angestellten Versuche überein. Von glänzenden Gegenständen erhielten sie, wenn das Auge und der Gegenstand sich unter Wasser befand, einen Lichtschein, aber kein Bild; sie konnten also im eigentlichen Sinne des Wortes und der Theorie gemäß nicht sehen, überzeugten sich aber dennoch von der Anwesenheit und dem Orte eines solchen Gegenstandes.

(Ueber ein zum Sehen unter Wasser bestimmtes Fernrohr, von der Erfindung des Dr. Brewster, bitte ich Bd. 50. S. 65 nachzulesen. Einer Notiz des Journ. of Scienc. zufolge, hat Hr. Leslie ein neues Instrument dieser Art erdacht, das aus einer konischen Röhre von variabler Länge besteht, oben 1 Zoll und unten 10 Zoll (?) breit ist und durch seitwärts angebrachte Lampen erhellt wird. Es fehlen aber die näheren Angaben über die Form der Linsen, welche an den Enden des Rohrs angebracht sind. P.)

III.

Ueber die Fähigkeit des Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen;

VON

DR. DAVID BREWSTER *).

Kein Theil der Physiologie des Auges hat mehr zu Untersuchungen Anlaß gegeben, als die Fähigkeit, womit sich dieses von selbst nach der ungleichen Entfernung der Gegenstände einzurichten weis; allein obgleich die ausgezeichnetsten Phyker und Anatomen ihre Kenntnisse hierauf verwandten, so ist trotz ihrem vereinigten Bemühen dennoch die Untersuchung für jetzt auf demselben Punkt, auf dem sie sich zu Zeiten Keplers befand, der zuerst die Aufgabe zu lösen versuchte.

Eriannert man sich der großen Namen, welche bei dieser Streitfrage aufgetreten sind, so kann man sich nicht anders als mit einer gewissen Schüchternheit an den Gegenstand wagen; aber diese verschwindet einigermassen wenn man erwägt, daß die erhaltenen Resultate in völliger Disharmonie mit einander stehen und sowohl mit den Grundsätzen der Optik als auch mit der Einrichtung des Auges durchaus unverträglich sind.

*) aus d. Edinb. Journ. of Science I. 77.

Keppler war der Meinung, daß das Auge beim Act seiner Ajustirung durch die *processus ciliares* verlängert oder verkürzt werde, Descartes nahm an, daß die KrySTALLINSE ihre Form mittelst ihrer eignen Fibern verändere. Huygens glaubte, daß die KrySTALLINSE sich durch den Druck der äußeren Muskeln der Cornea nähere, oder daß sie sich durch denselben Vorgang convexer machen könne. De la Hire behauptete, daß die ganze Wirkung alleinig und unmittelbar durch Erweiterung oder Verengerung der Pupille erzeugt werde; und Dr. Porterfield glaubt endlich, daß die KrySTALLINSE durch die *Processus ciliares* vor und rückwärts gezogen werde.

Diese verschiedenen Meinungen sind durch die späteren Physiologen wieder in Anregung gebracht. Die Ansicht von Huygens ward in veränderter Gestalt vom Dr. Monro vertheidigt. Hr. Walker bemühte sich die Hypothese von de la Hire aufrecht zu halten, und Dr. Thomas Young, welcher die Meinung Descartes wiederum hervorrief, unterstützte diese mit all der Umsicht, welche man von seinen tiefen Kenntnissen in der Optik und Physiologie erwarten konnte.

In der sich hierauf beziehenden Abhandlung versucht er zu zeigen, daß die Fibern der KrySTALLINSE von muskulöser Natur sind und daß die Anpassung des Auges nach den Entfernungen der Gegenstände, durch eine von diesen Muskeln bewirkte Vergrößerung der Convexität der KrySTALLINSE bewerkstelligt wird. Um den Werth dieser Hypothese zu beurtheilen, ist es wichtig auf das hinzuweisen, was mir Hr. Dr. Knox mittheilte, nämlich, daß er durch seine

Sammtlichen eigends auf diesen Umstand gerichteten Untersuchungen gefunden hat, daß die KrySTALLLINSE frei in dem Liquor Morgagni ihrer Kapsel herum schwimmt, auch sind von keinem Anatomen Nervenfasern bei der KrySTALLLINSE aufgefunden worden.

Bei diesem Einwurfe gebe ich zwar zu, daß wenn die Fibern eine muskulöse Natur besitzen, sie auch fähig sind die Convexität der Linse zu vergrößern, wenn ich aber die besondere Einrichtung dieses Theiles vom Auge betrachte, und besonders die Thatfache, daß die Fibern Linien von entgegengesetzter Biegung sind, so wage ich zu behaupten, daß kein Scharffinn im Stande ist die durch ihre Zusammenziehung erfolgende Wirkung vorherzusagen. Nur die Thatfache ist gewiß, daß die Fibern der äußeren Lamelle auf die der innern bei ihrer Zusammenziehung einen Druck ausüben und den zusammengesetzten Stufengang der Dichte (compound gradation of density) zerstören werden, durch welche die Abirrung wegen der Kugelgestalt so schön berichtigt ist *).

Bei Untersuchung der Veränderungen, welche im Auge stattfinden, wenn dieses sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anpaßt, hat man schon längst bemerkt, daß die Pupille sich zusammenzieht oder erweitert, je nachdem die betrachteten Gegenstände nahe oder fern liegen.

*) Die hier erwähnte zusammengesetzte Stufenfolge der Dichtigkeit ist bisher nicht in den KrySTALLLINSEN der Thiere entdeckt. Ich habe sie umständlich in einem Aufsatz über das menschliche Auge beschrieben, welcher der Königl. Gesellschaft zu Edinburgh am 2. Dec. 1822 vorgelesen ist, und bald öffentlich bekannt gemacht werden wird.

Aus dieser nicht zu läugnenden Thatfache, verbunden mit dem Resultat eines trüglichen Versuches, zog de la Hire den Schluss, daß die Verengerung der Pupille das unnöthige Licht entferne, die äusseren Strahlen des Lichtbündels abschneide und so die Strahlen von nahen und erleuchteten Gegenständen auf der Netzhaut vereinige, während die Erweiterung der Pupille dadurch von entfernten Gegenständen ein deutliches Bild gebe, daß sie eine grössere Lichtmenge in das Auge einzutreten erlaubt.

Die späteren Physiker sahen zwar den Trugschluss dieser Lehre ein, aber mit dem Eifer sich von ihm loszusagen, geriethen sie auf einen anderen, der nicht minder unverträglich mit der Beobachtung war. Es wurde im Allgemeinen zugegeben, daß bei Anpassung des Auges nach den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände, die Pupille wohl ihre Gestalt verändere, aber man betrachtete dies nur als eine begleitende Erscheinung, die der Hauptsache nach gänzlich von der veränderten Lichtintensität der Gegenstände abhänge, nach welchen das Auge gerichtet war. Dr. Wells *) und andere Physiologen bemerkten zwar, daß das Auge bei der durch Wirkung der Belladonna geschehenden Erweiterung der Pupille die Fähigkeit verliere nahe Gegenstände zu betrachten, aber obgleich diese belehrende Thatfache bei dieser Untersuchung von der grössten Wichtigkeit war, so ward sie dennoch nicht so verfolgt als sie es verdiente, und man hielt sie mit jeder Theorie von der Adjustirung der Augen vereinbar, indem die Theile des

*) Ann. d. Phys. Bd. 43. S. 128.

(P.)

Auges, von welchen diese bewirkt wird, während der Einwirkung der Belladonna auf die Iris als gelähmt angenommen werden konnten,

Bei diesem Zustand der Dinge war ich begierig die Ursache und den Einfluss der Veränderung der Pupille kennen zu lernen, Ich wählte deshalb einen nahen und einen entfernten Gegenstand, beide gleich stark erhellt, und ließ eine junge Person nach einander jeden derselben mit Aufmerksamkeit betrachten. Das Resultat dieser Untersuchung war, daß sich die Pupille bei Betrachtung des nahen Gegenstandes zusammenzog und bei der des entfernteren erweiterte, ohne daß diese Veränderungen von dem Reiz des Lichtes hätte erzeugt werden können. Um zu erfahren, was an den beiden Grenzen des deutlichen Sehens erfolgen würde, nahm ich ein Stück Papier und schrieb wie es die beigefügte Zeichnung

on	the	eye
----	-----	-----

verfinnlicht, darauf die Worte *on the eye*. Nachdem ich nun ein Blatt weißen Papiers hinter dem Worte *the* und zwei dergleichen hinter dem Worte *eye* angebracht hatte, befestigte ich das Ganze an das eine Ende eines viereckigen Auszugrohres und näherte mein Auge dem anderen Ende, so daß ich alle Worte mittelst des Lichtes, das von einer hinter dem Papiere gehaltenen Kerze durchgelassen ward, lesen konnte. Das Wort *on* war am meisten erleuchtet; weniger das Wort *the*, und noch schwächer das Wort *eye*. Jetzt brachte ich das Papier dem Auge so nahe als es erlaubt war, um das Wort *on* noch mit

voller Deutlichkeit zu erkennen. Wenn dies geschehen war, so konnte ich es durch keine Anstrengung dahin bringen das Wort *the* zu lesen und noch viel weniger das Wort *eye*. Ich sah darauf nach diesem durch eine schmale Oeffnung, welche mir, nach de la Hire's Grundsätzen, ein deutliches Sehen hätte gewähren müssen, aber sie bewirkte gerade den entgegengesetzten Erfolg, indem sie die Undeutlichkeit der beiden letzten Worte vergrößerte. Wenn ich hingegen die Worte *the* und *eye* eben stark so erhellte als das Wort *on*, oder wenn ich eine andere Kerze dem Auge so nahe brachte, daß die Pupille gezwungen ward sich zu verengern, so konnte ich sie mit größter Leichtigkeit lesen.

Aus diesem Versuche können wir drei wichtige Folgerungen ableiten:

1) daß die Verengerung der Pupille, welche mit der Anpassung des Auges für nahe Gegenstände vereinigt ist, das deutliche Sehen nicht durch ein Verringern der Oeffnung bewirkt, sondern durch einen andern diesen begleitenden Vorgang.

2) daß das Auge sich für nahe Gegenstände durch zwei verschiedene Vermögen adjustirt, von denen das eine gänzlich von dem Willen des Individuums abhängt, das andere aber unwillkürlich ist und nur durch den Reiz des Lichtes bedingt wird.

3) daß sich die Adjustirung des Auges durch den Reiz des Lichtes bewirken läßt, wenn das willkürliche Vermögen zu derselben mangelt.

Ich war jetzt begierig zu untersuchen, was an der andern Gränze des deutlichen Sehens statt-

finden würde, nämlich bei Betrachtung sehr entfernter Gegenstände. Wenn die Zusammenziehung der Pupille eine wesentliche Begleiterin des Vorganges ist, durch welche sich das Auge für nahe Gegenstände einrichtet, so muß offenbar die Erweiterung derselben in gleicher Beziehung zu dem Acte stehen, durch welchen das Auge für entfernte Gegenstände angepaßt wird. Die Versuche mit der Belladonna beweisen unbestreitbar, daß wenn die Pupille bis zum höchsten Grad erweitert ist, das Auge die Fähigkeit verloren hat, sich für naheliegende Gegenstände zu ajustiren, hingegen sein Vermögen entfernte Gegenstände zu beobachten alsdann verbessert und vergrößert wird; da man aber das ganze Auge, während des Versuchs als gelähmt zu betrachten hat, so ist es nöthig ein anderes Verfahren anzuwenden. Es fiel mir bei, daß wenn die Erweiterung der Pupille eine wesentliche Bedingung zum Sehen in die Ferne sey, alsdann bei kurzsichtigen Personen sich jeden Abend der Umfang des Sehens vergrößern müsse. Auf meine Erkundigung erfuhr ich auch, daß dieses in einem beträchtlichen Grade der Fall ist, und daß mehrere kurzsichtige Personen die 6 Sterne der Plejaden zählen konnten, die am Tage unfähig waren Gegenstände in einer mäßigen Entfernung deutlich wahrzunehmen. In der That wird auch schon der oberflächlichste Beobachter die Deutlichkeit entfernter Gegenstände am Abend bemerkt haben, die vor allem alsdann hervortritt, wenn sich die naheliegenden Gegenstände schon in Dunkelheit verlieren, und das Auge nur die scharfbegrenzten Umrisse der Bäume und

Berge in Projection gegen den Himmel am Horizonte erblickt.

Die merkwürdige Wirkung der erweiterten Pupille kann auch aus einem umgekehrten Beobachtungsverfahren abgeleitet werden. Wenn wir entfernte Gegenstände betrachten, während das Sonnenlicht auf das Auge geworfen wird, so ist die willkürliche Kraft zur Adjustirung dennoch fähig die Pupille so weit zu öffnen, daß ein deutliches Sehen erfolgt, aber das Bestreben der Iris sich unter dem unwillkürlichen Reiz des Lichtes zusammenzuziehen, erweckt eine so schmerzhaft empfindung in dem Auge, daß man nicht zweifeln kann, die Iris stehe unter dem Einfluß zweier entgegengesetzter Kräfte; selbst wenn die Erweiterung auch nicht sichtbar wäre.

Nachdem ich so die nächsten Beweisgründe festgesetzt hatte, die man über diesen Gegenstand beibringen kann, schien es mir unmöglich mich des Schlusses zu begeben, daß die Fähigkeit des Auges sich zu adjustiren, von dem Mechanismus abhängt, der die Pupille erweitert oder verengert, und daß die Adjustirung, da sie nicht von der Veränderung der Oeffnung des Auges abhängig ist, sie von den Theilen erzeugt werden muß, welche in unmittelbarer Berührung mit der Basis der Iris stehen. Ueber diesen Punkt fehlt es jedoch an Beobachtungen und Versuchen. Werden wir gleich nimmer im Stande seyn auf eine genaue Art die auf die Basis der Iris ausgeübte Wirkung zu bestimmen, welche das Adjustiren erzeugt; so wird es dennoch nicht schwer halten unter den möglichen Hypothesen einer derselben den Grad

von Evidenz zu geben, welchen man bei andern physiologischen Untersuchungen für hinlänglich ansieht.

Man kann voraussetzen, daß der Mechanismus an der Basis der Iris die Adjustirung auf eine vierfache Art erzeuge:

1) durch Verlängerung des Auges während des Zusammenziehens der Pupille, 2) durch Vergrößerung der Convexität der Cornea, 3) durch Veränderung der Convexität der Kapsel der Linse, und 4) durch Vergrößerung des Abstandes der KrySTALLLinse von der Retina.

Die ersten beiden Arten von möglicher Adjustirung sind schon durch die directen Versuche des Hrn. Ramsden und Sir Everard Home ausgeschloffen, da sie zeigen, daß weder die Convexität der Cornea noch die Länge des Auges bei der Adjustirung verändert wird. Die dritte Art, welche veränderte Krümmung des Gefäßes der Linse voraussetzt, kann diese Wirkung nicht erzeugen, weil der Liquor Morgagni, in welchem die Linse schwimmt, nahe dasselbe Brechungsvermögen besitzt, als die *wässerige Feuchtigkeit*, und folglich eine Veränderung der Membrane, welche beide trennt, keine wahrnehmbare Ablenkung in den durchgelassenen Strahlen erzeugen kann.

Die letzte Hypothese, zufolge welcher die Linse bei Contraction der Pupille von der Retina entfernt wird, bleibt also die wahrscheinlichste; im Zustande vollkommner Ruhe wird das Auge alsdann zum deutlichen Sehen entfernter Gegenstände eingerichtet seyn.

Außer diesen Beweisgründen erhält die erwähnte Ansicht noch durch mehrere wohlbegründete That-

sachen eine Bekräftigung. Der Verlust des Adjustirungsvermögen bei Wegnahme der Linse beweist, daß dieser Theil des Auges für den Prozeß von Wesentlichkeit ist, auch haben mehrere Physiologen eine Bewegung der Linse als die wahrscheinlichste Veränderung betrachtet, welche im Innern des Auges stattfindet. Der Mangel an Muskeln in dem Processus ciliaris hat manchen von ihnen verleitet dieser Meinung zu entsagen, während diejenigen, welche fortführen sie zu behaupten, niemals annahmen, daß es durch die Thätigkeit der Iris mittelst der Verknüpfung einer freiwilligen und unwillkührlichen Action geschehe.

Die Anatomie des Grundes der Iris war bisher so unvollkommen, daß es nicht leicht ist die Art mit Genauigkeit zu bestimmen, auf welche die Muskelthätigkeit dieser Membrane zur Linse fortgeleitet werden mag; in Bezug auf diese Frage sind aber diese Theile sehr genau durch den Dr. Knox untersucht und die Gesellschaft wird aus dem Detail, was er darüber in einem besonderen Aufsatze gegeben hat, beurtheilen können, ob sie gegen die Ansichten, welche hier auseinandergesetzt wurden, Einwürfe machen oder nicht.

Die genannten Versuche und Beobachtungen finden eine unmittelbare Anwendung auf diejenigen Unvollkommenheiten des Sehens, welchen das Auge als optisches Instrument ausgesetzt ist. Die Verminderung der willkührlichen oder unwillkührlichen Adjustirungskraft hat einen nothwendigen Einfluß auf den Umfang des deutlichen Sehens, und zuweilen ist dieser so ausgedehnt, daß man das Auge für Gegenstände

einer gewissen Entfernung und einer gewissen Beleuchtung als blind betrachten kann. Die Heilung dieses scheinbar ernsthaften und sehr beunruhigenden Uebels, ist oft sehr einfach und läßt sich z. B. mittelst Vermehrung oder Verminderung des Lichtreizes, oder mittelst gefärbter Gläser bewerkstelligen; ein Behuf, zu welchem letztere, so viel ich weiß, niemals angewendet wurden.

IV.

Ueber die partielle Durchkreuzung der optischen Nerven;

VON WILLIAM HYDE WOLLASTON, M. D. *).

Wenn wir die erstaunliche Feinheit desjenigen Mittels erwägen, welches uns die Gegenstände selbst in den unmessbarsten Entfernungen wahrnehmen läßt, oder wenn wir das zartgebaute Organ betrachten, welches durch seine Einrichtung die Lichtstrahlen sammlet und sie durch eine schöne Ineinanderfügung seiner Theile auf die empfindlichen Fibern der Netzhaut vereinigt, so dürfen wir uns nicht wundern mit der Erforschung der merkwürdigen Eigenschaften des ersteren so große Talente beschäftigt zu finden, noch daß der Bau des letzteren mit so ungemeiner Beharrlichkeit untersucht wurde. Die Schärfe, mit welcher

*) nach den *Annals of phil.* Oct. 24. p. 294.

die Anatomen ihre Untersuchungen betreiben, um die geringfügigsten Theile zu beobachten, welche sich ihren Vorgängern noch entzogen haben, läßt mich hoffen, daß jede Vermehrung des gegenwärtigen Bestandes unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand einem Theil der Mitglieder der Königlichen Gesellschaft willkommen sey und auch bei den übrigen Mitgliedern einiges Interesse erregen werde.

Es ist in dem gegenwärtigen Aufsatze nicht mein Entzweck, die erste Wirkung der Cornea zu untersuchen, durch welche sie die Strahlen convergirend macht, noch die Kraft der KrySTALLlinse, welche die von einem Punkte auslaufenden Strahlen wiederum in einem solchen auf der Netzhaut vereinigt. Ich habe auch nicht die Untersuchung zur Absicht, ob die Anpassung des Auges nach den verschiedenen Entfernungen durch eine Veränderung der Linse geschieht, sey es in deren *Form* mittelst ihrer eigenen muskulösen Structur oder in deren *Lage* mittelst der Wirkung anderer Muskeln. Endlich bin ich auch nicht Willens weder die *unwillkührliche* von der vorhandenen Lichtmenge abhängende Bewegung der Iris zu betrachten, noch die *willkührliche* Zusammenziehung derselben, durch welche wir die Oeffnung der Pupille zum deutlichen Sehen verschieden entfernter Gegenstände einrichten und dadurch dasjenige vermindern, was man in der Optik unter Abirrung wegen der Kugelgestalt der Linsen versteht.

Der Gegenstand meiner Untersuchung begreift nur die Art, auf welcher die Eindrücke der vollkommenen Bilder nach dem Sensorium geführt werden, und den Bau und die Vertheilung der optischen

Nerven, von welchen die Mittheilung dieser Eindrücke abhängt.

Ich behaupte zwar nicht, die Geschicklichkeit eines Anatomen zu haben um die zarte Bildung der Sehnerven darzulegen, aber die zufällige Beobachtung einiger Beispiele des krankhaften Sehens hat mich zu einigen Schlüssen über das Gefüge desjenigen Theiles geführt, welchen man die *Decussatio* des optischen Nerven genannt hat, und ich glaube mich berechtigt mit einigem Vertrauen von ihnen zu sprechen.

Es ist bekannt, daß diese Nerven in dem Gehirne des Menschen, nachdem sie von ihrem Ursprung zu den *thalamis nervorum optidorum* einen kurzen Weg zurückgelegt haben, sich mit einander vereinigen und dem Anscheine nach völlig zu einem Körper übergehen, und daß von diesem Vereinigungspunkt zwei Nerven ausgehen, von denen der eine zum rechten und der andere zum linken Auge führt.

Die Benennung *Decussatio* ward diesem Theile in der Voraussetzung beigelegt, daß die Fibern, obgleich sie sich mit einander vermischen, dennoch in ihrer ursprünglichen Richtung weiter fortgehen, also die von der rechten Seite zum linken Auge und die von der linken Seite zum rechten Auge gelangen.

In dieser Meinung sahen sich die Anatomen durch die Resultate ihrer Untersuchungen bei anderen Thieren, vorzüglich bei einigen Fischarten, bestärkt, bei welchen sie deutlich beobachteten, daß die Nerven sich wirklich als ein Paar getrennte Schnüre durchkreuzten, die zwar in der Durchkreuzung mit einander verbunden sind, aber deren Fibern sich nicht mit einander vermischen.

In diesen Fällen ist es unwiderleglich wahr, daß das rechte Auge des Thieres seine optischen Nerven von der linken Seite des Gehirns, und das linke Auge dieselben von der rechten Seite empfängt; aber kein richtiger Schluß ist es, vorauszusetzen, daß dieselbe Anordnung auch bei andern Thieren stattfindet, bei denen noch keine vollständige Trennung der ganzen Nerven aufgefunden ward.

Im Gegentheil bin ich genöthigt aus einer besondern Art von Blindheit, an der ich selbst mehr als einmal leiden mußte, zu schließen, daß bei uns eine andere Vertheilung der Nerven stattfindet, und ich glaube, daß meine Behauptung durch die offenbar von der unserigen sehr verschiedene Bauart der Fische unterstützt wird.

Es sind jetzt mehr als 20 Jahre verflossen, seitdem ich zum ersten Male von diesem besonderen Gesichtesübel befallen ward und wahrscheinlich zufolge einer heftigen Anstrengung, der ich damals 2 bis 3 Stunden lang zuvor ausgesetzt war. Ich fand plötzlich, daß ich von einem mir begegnenden Manne nur die halbe Gestalt sehen konnte, und daß diese auch bei anderen Gegenständen stattfand, nach welchen ich meine Augen richtete. Versuchte ich den Namen Johnson über einer Hausthür zu lesen, so sah ich nur die letzte Sylbe son und der Anfang des Wortes war meinem Blicke gänzlich entzogen. Der verlorne Theil des Sehens lag mir hiebei zur Linken und erstreckte sich auf beide Augen, denn es war gleichgültig, ob ich das rechte oder das linke gebrauchte. Die Blindheit war nicht so vollständig um mir die Gegenstände völlig unsichtbar zu machen, sondern ließ mich diese nur ver-

finckert und in unbestimmten Umrissen erblicken. Sie hatte auch nur eine kurze Dauer, denn ungefähr nach einer Viertelftunde verschwand sie gänzlich, und zwar verlief sie mich allmählig vom Mittelpunkt des Sehens aus in einer schräg aufwärts zur linken Hand gehenden Richtung.

Seit dieser Unpäßlichkeit, welche aus einer Ermattung; wie viele andere Nervenübel, entstanden war, hatte ich keinen Grund ihre Rückkehr zu befürchten; sie ging ohne Gebrauch von Arzneimittel vorüber und ohne daß ich irgend eine nützliche Folgerung aus ihr gezogen hätte.

Vor ungefähr 5 Monaten befahl mich indess ein ähnlicher Zufall, ohne daß ich im Stande war die Ursache davon einsehen oder irgend eine vorhergehende oder nachfolgende Unpäßlichkeit darauf beziehen zu können.

Ich bemerkte die Blindheit wie zuvor, indem ich eine Person ansah die mir begegnete und deren linkes Auge ich nicht gewahr ward. Meine Blindheit war in diesem Falle die entgegengesetzte der früheren, denn sie lag von dem Punkte, auf welchen ich meine Augen richtete, mir zur Rechten (statt früher zur Linken) und ich hatte folglich keinen Grund einen Zusammenhang mit dem vorherigen Uebel anzunehmen.

Das neue *Punctum caecum* hatte in beiden Augen eine ähnliche Lage, und stand vom Mittelpunkt ungefähr um einen Winkel von 3 Graden ab, denn wenn ich nach einem Gegenstand von beiläufig 5 Ellen Entfernung sah, so lag der nichtgesehene Punkt nahe um 10 Zoll von dem wirklich betrachteten Punkte ab.

Diesmal verlief mich das Uebel, nachdem es ungefähr 20 Minuten ohne Veränderung angehalten hatte, sehr plötzlich und zwar wohl nur auf die angenehme Nachricht, die ich hinsichtlich der glücklichen Ankunft eines meiner Freunde erhielt, der sich in eine sehr gefährliche Unternehmung eingelassen hatte,

Indem ich über diesen Vorfall nachdachte, schien es mir, als sey) durch ihn eine gewisse Anordnung der optischen Nerven angedeutet, die zwar mit der allgemein angenommenen Hypothese von der Durchkreuzung der optischen Nerven nicht bestehen konnte, aber dennoch eine sehr glaubwürdige Erklärung der Thatfachen zu liefern versprach.

Da die correspondirenden Punkte in beiden Augen gleichzeitig von der Krankheit befallen wurden, so rührt diese Sympathie offenbar von der Bauart dieser Theile her und nicht bloß von der Gewohnheit des gleichzeitigen Empfindens, wie man schliessen könnte, wenn man nur die Aufnahme der gewöhnlichen Eindrücke allein erwägt. Jeder der beiden Punkte muß offenbar aus demselben Nerven mit Fasern versehen werden und der Sitz der Krankheit, an der die ähnlichen Theile beider Augen litten, in einem Orte befindlich seyn, der in einem gewissen Abstände von den Augen auf dem Wege der Nerven liegt wo diese Filamente sich vereinigen, wahrscheinlich in einen von den beiden Thalamis nervorum opticorum.

Es ist also klar, daß der Strang, der unter dem Namen des optischen Nervens endlich zum Auge gelangt, als aus 2 verschiedenen Theilen bestehend an-

gesehen werden muß, von welchen der eine aus dem rechten und der andere aus dem linken Thalamus entspringt.

Dieser Voraussetzung gemäß findet die Durchkreuzung nur zwischen den anliegenden Theilen der Nerven Statt. Derjenige Theil des Nerven, welcher vom rechten Thalamus zur rechten Seite des rechten Auges übergeht, gelangt zu seiner Bestimmung ohne sich mit dem andern zu schneiden, und auf gleiche Art wird die linke Seite des linken Auges mit einem Theil der Nerven des linken Thalamus versehen; die übrigen Hälften beider Nerven führen hingegen zu den Augen der entgegengesetzten Seite und kreuzen sich mit oder ohne Vermischung ihrer Fibern.

Betrachten wir nun mit Aufmerksamkeit die Thatfachen, welche die vergleichende Anatomie bei dem Fischen aufgefunden hat, so werden wir finden, daß in der Durchkreuzung der ganzen Nerven von den entgegengesetzten Augen, nichts Widersprechendes liegt mit der obigen Hypothese von der Anordnung der optischen Nerven bei den Menschen. So z. B. haben am Kopfe des Stör die Augen eine solche entgegengesetzte Lage, daß bei ihnen keine Punkte wie bei uns vorhanden seyn können, welche dieselben Eindrücke empfangen; es ist also bei ihnen nicht nöthig, daß die correspondirenden Punkte des Sehens Fibern aus demselben Nerven erhalten.

Das links sehende Auge, bei welchem die Netzhaut nur auf der rechten Seite liegt, wird mit einem optischen Nerven versehen, der gänzlich aus dem rechten Thalamus entspringt, hingegen das rechte Auge in seiner zur Linken befindlichen Netzhaut mit

die Fibern des linken Thalamus aufnimmt, und damit die Gegenstände der rechten Seite wahrnimmt. Es läßt sich erwarten, daß bei diesem Thiere eine Verletzung des linken Thalamus nur allein in dem rechten Auge eine Blindheit veranlaßt, während bei uns durch einen ähnlichen Umstand nur die linke Hälfte der Netzhaut eines jeden Auges unempfindlich wird und eine Blindheit für die uns zur Rechten liegenden Gegenstände entsteht.

Eine Unpäßlichkeit, die einem meiner Freunde begegnete, scheint diese Schlüsse vollkommen zu bestätigen, so weit diese wenigstens von einem einzigen Beispiele möglich ist. Nachdem derselbe mehrere Tage hindurch an der linken Schläfe und hinter dem linken Auge an heftigen Schmerzen gelitten hatte, fand sich sein Gesicht beträchtlich geschwächt und einige andere begleitende Symptome deuteten auf eine leichte Compression des Gehirns.

Erst nach Verlauf von 3 oder 4 Wochen sah ich ihn wieder; außer einigen andern Uebeln, die hier zu erwähnen überflüssig seyn würde, fand ich ihn mit einem Gesichtsmangel befallen, der dem meinigen ähnlich war, nur daß der seinige eine viel größere Ausdehnung besaß und leider auch viel länger anhielt. Damals und noch jetzt erstreckte sich seine Blindheit nur auf diejenigen Gegenstände, welche dem Mittelpunkt des Sehens zur Rechten lagen. Glücklicherweise ist das Gesichtsfeld bei ihm noch groß genug, um vollkommen schreiben zu können. Er sieht was er schreibt und die Feder, mit der er schreibt, aber nicht die Hand, welche diese führt. Diese Krankheit ist, so weit ich beobachten kann, die

nämliche in beiden Augen und besteht aus einer Unempfindlichkeit der Netzhaut an der linken Seite eines jeden von ihnen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß zur Zeit als das Uebel entstand, eine Ergießung an dieser Seite des Kopfes stattfand und den linken Thalamus in einen bleibenden Zustand von Zusammenrückung zurückliefs.

Diese partielle Blindheit hat ohne merkliche Besserung jetzt so lange angehalten, daß es sehr zweifelhaft bleibt, ob mein Freund wird jemals die Gegenstände wieder wahrnehmen können, die ihm zur Rechten liegen.

Wenn wir die so eben beschriebenen Erscheinungen nochmals zusammenfassen, so finden wir, daß die partielle Blindheit gleichzeitig beide Augen ergreift. Diese Sympathie in der Krankheit ist leicht eingesehen, wenn man annimmt, daß die Theile, welche gleichzeitig leiden, ihre Nerven aus derselben Quelle empfangen, und die anderen Hälften der Augen, welche zur selben Zeit nicht auf eine ähnliche Art ergriffen sind, gemeinschaftlich aus einer zweiten Quelle mit Nerven versehen werden, auch ist der Schluß sehr leicht, daß bei dem gewöhnlichen Sehen die Sympathie der Punkte, welche ähnliche Eindrücke von denselben Gegenständen erhalten, ebenfalls von jener Anordnung der Nerven bedingt wird, die durch die so eben erwähnte Krankheit entdeckt wurde.

Wir finden überdies bei den Stören (und auch bei einigen andern Fischen), deren Augen schwerlich dasselbe Object zur nämlichen Zeit sehen können und keine correspondirende Punkte haben, welche für ge-

wöhnlich sympathisiren, daß die beiden Augen nicht die Fibern aus derselben Quelle erhalten, sondern daß jedes derselben seine Nerven gänzlich von der entgegengesetzten Seite des Gehirnes empfängt.

Durch die Bauart dieser Fische werden wir belehrt, daß die Wahrnehmung von Gegenständen auf der einen Seite von den Nerven abhängt, die auf der andern Seite des Gehirns entspringen, und durch den letzten Fall des krankhaften Sehens, der oben erwähnt ward, finden wir, daß auf eine anscheinende Verletzung der einen Seite des Gehirns eine Blindheit für diejenigen Punkte erfolgt, welche auf der entgegengesetzten Seite des von den Augen angeschauten Punktes liegen. Die Vertheilung der Nerven, wie ich sie in dem Obigen zu beschreiben versuchte, scheint mir durch ihre völlige Uebereinstimmung mit den Thatfachen hinlänglich erwiesen; man kann sie die *Semi-Decussatio* des optischen Nerven nennen.

Ueber das einfache Sehen mit beiden Augen.

Daß die Seele nur einen Eindruck empfängt, während auf den correspondirenden Punkten unserer beiden Augen gleichzeitig zwei Bilder erzeugt werden, können wir, so lange die Betrachtungen sich nur auf den Fall des gesunden Sehens erstrecken, einer gewohnten Sympathie beider Theile zuschreiben, ohne weiter den Ursprung dieser Sympathie nachzuforschen, noch zu untersuchen, weshalb bei den Kindern die Augen viel lieber eine gewisse correspondirende Richtung annehmen, als die des Schielens.

Setzen wir aber voraus, daß diese Sympathie von der Structur und einem gewissen Zusammenhang

der Nervenfasern abhängig ist, so sehen wir deutlich ihren Ursprung ein, eben so zeigt sich uns der Grund, weshalb die Kinder damit anfangen ihren Augen die correspondirende Richtung zu geben, und endlich sind wir auch in Lösung der so oft behandelten Frage, das einfache Sehen mit beiden Augen, um einen Schritt weiter gekommen, wenn wir nicht sie ganz dadurch erlangt haben.

Es mag vielleicht einigen Personen auffallend erscheinen, daß eine einzige Person drei Beispiele einer so seltenen Krankheit erlebte. Ich glaube gegenheils, daß diese Halbblindheit viel verbreiteter ist als man gemeinlich annimmt, und ich möchte mich mit eben so vielem Rechte wundern, daß sie sich bisher der Beobachtung entzogen habe *), wäre mir nicht bekannt, wie viele Thatfachen unbeachtet bleiben, weil es an ihrer Erklärung mangelt. Ich selbst habe ja einmal und auf lange Zeit die Schlüsse übersehen, die sich aus dieser Krankheit ziehen lassen, und würde die Ursache derselben vielleicht nie eingesehen haben, wenn ich nicht zum zweiten Male mit derselben befallen ward.

*) Richter hat im 3ten Theile seiner Anfangsgründe der Wundarzneykunst Cap. 16. p. 478 diese Halbblindheit unter dem Namen Amaurosis dimidiata behandelt. Aus einem daselbst beschriebenen Beispiele scheint er ähnliche Zufälle wie die obigen gesehen zu haben; jedoch hat er nicht das Correspondiren des Uebels in beiden Augen bemerkt.

So eben da ich diese Zeilen schreibe, finde ich noch zwei Beispiele mehr von einer solchen Krankheit. Einer meiner Freunde ward vor 16 bis 17 Jahren beständig von dieser befallen sobald sein Magen in beträchtliche Unordnung gerieth. Bei ihm lag die Blindheit stets auf der rechten Seite von dem Mittelpunkt des Sehens; und in Ermangelung einer richtigen Betrachtung sah er sie als eine temporäre Unempfindlichkeit des rechten Auges an; er ist aber jetzt überzeugt, daß dies nicht die wahre Ursache sey, sondern daß beide Augen gleichzeitig mit dieser halben Blindheit behaftet sind. Dies Symptom einer Indigestion bei ihm; verlor sich gewöhnlich nach Verlauf von 15 bis 20 Minuten und verging ohne eine bleibende Unvollkommenheit im Sehen zurückzulassen.

Von dem fünften Falle habe ich die Person nicht gesehen, aber ich habe vernommen, daß bei ihr die Krankheit oft zurückkehrt, gewöhnlich mit Kopfweh begleitet ist, und ohne merkliche Veränderung ungefähr 15 bis 20 Minuten hindurch anhält.

V.

Beschreibung zweier aus Quarzfasern bestehenden Flächen, die durch das Zerbrechen eines großen Quarzkrystalles entstanden waren und sich unfähig erwiesen das Licht zurückzuwerfen;

von

Dr. DAVID BREWSTER *).

(der K. Gesellschaft zu Edinburgh vorgelesen am 17. Mai 1824.)

Das sehr merkwürdige Stück Quarz, welches ich zu beschreiben Willens bin und der K. Gesellschaft vorlege, gehört dem Kabinet der Marquise von Huntly, welche so gütig war mir dasselbe zu einer besonderen Untersuchung zu überlassen. Der Krystall, von welchem es ursprünglich einen Theil ausmachte, hielt $2\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser und befand eine lichte Rauchfarbe, war aber nur in dünnen Stücken durchsichtig. Er ward von Hrn. Sander son, einem Juwelier, in Edinburg zum Behufe seiner Arbeit von einander gebrochen, und da dieser die Dunkelheit seines Bruches bemerkte, so legte er ihn bei Seite um ihn mir zu zeigen.

Auf den ersten Anblick schien mir, wie jedem andern, die völlige Schwärze der getrennten Flächen von einem dünnen Ueberzug einer undurchsichtigen

*) Edinb. Journ. of Science I. 108.

und feinertheilten Materie herzurühren, die durch eine Spalte in den Kryfall eingedrungen war; aber diese Meinung ward augenblicklich widerlegt als ich bemerkte, daß beide Flächen eine gleiche und gleichförmige Schwärze befaßen und gegen das Licht gehalten vollkommene Durchsichtigkeit zeigten.

Obgleich ich jetzt nicht mehr zweifelte, daß die Erscheinung völlig optischer Natur sey und daß die schwarze Farbe der Flächen von den dünnen und kurzen Quarzfasern herrühre, aus welchen sie bestanden, und die einem so überaus geringen Durchmesser befaßen, daß sie unfähig wurden einen einzigen Strahl des stärksten Lichtes zu reflectiren; so war ich dennoch begierig diese sonderbare Thatfache durch einen Versuch zu bestätigen.

Nachdem ich gefunden hatte, daß schwarze Farbe der Oberfläche durch keine der gewöhnlich zum Reinigen gebrachten Substanzen angegriffen wurde; unterwarf ich das Fragment der Wirkung kalter und erhitzter Säuren, allein seine Oberflächen blieben dadurch unverändert. Ich tauchte hierauf dasselbe in Anisöl, dessen Brechungsvermögen sich sehr dem des Quarzes nähert, und als ich nun untersuchte, was an der gemeinschaftlichen Fläche des Quarzes und Anisöls vor sich gehe, fand ich, daß die Schwärze verschwunden war und daß das Fragment sowohl im reflectirten als durchgelassenen Lichte sich völlig so verhielt wie jedes andere Quarzstück von gleicher Durchsichtigkeit. Nahm ich die Fläche aus dem Oel, so kehrte die ursprüngliche Schwärze zurück und die faserige oder sammtartige Natur der Oberfläche wurde dem Auge sichtbar durch die leichten Farben-

Veränderungen, die auf eine Zusammenrückung der Fasern an der einen Seite erfolgten.

Da diese Versuche hinreichten um zu zeigen, daß die Größe der Fasern viel geringer war als die Dicke jener Quarzplatte, welcher das Vermögen zum Reflectiren des Lichtes fehlte, so war ich begierig ihre Größe durch eine annähernde Messung zu bestimmen. Die dünnste Substanz, die man irgendwo beobachtet, ist gewiß das Häutchen einer Seifenblase kurz vor dem Zerspringen; Newton hat jedoch beobachtet, daß diese Häutchen dennoch von der Sonne oder der Kerzenflamme ein schwaches Bild zurückwirft. Ihre Dicke mußte daher nahe derjenigen gleichkommen, welche Newton die des *anfängenden Schwarzes* nennt und die beim Wasser eine Dicke von $\frac{1}{750,000}$ eines Zolles besitzt. Der Farbenton der Quarzfläche hat jedoch einen etwas tieferen Charakter und kann nicht das *wahre Schwarz* der Newton'schen Skale überschreiten, welchem im Quarz ein Drittel eines Millionentheils eines Zolles korrespondirt oder welches gleich ist einem Viertel des dünnsten Theils der Seifenblase.

Wenn die beiden Quarzflächen durch Fasern von einer größeren Gestalt getrennt gewesen wären, so würde die Farbe der Oberfläche vielleicht roth, oder blau, oder gelb, oder grün gewesen seyn; ein solches Gefüge würde zwar das Auge mehr ergötzt haben, aber weniger bewundernswerth gewesen seyn als das, was so eben beschrieben wurde.

In der Sammlung des Hrn. Allan hat Hr. Haidinger eine Gruppe von Quarzkry stallen aus der

Dauphiné beobachtet, von welchen einige quer durchgebrochen waren und eine Fläche zeigten, die sich hinsichtlich ihrer Structur der so eben betrachteten sehr näherte. Da diese Kryсталle jedoch durchsichtig waren und das Licht von allen Seiten zulieſen, so schien die Bruchfläche niemals schwarz. Es leidet jedoch keinen Zweifel, daß die Schwärze der Flächen sichtbar geworden wäre, wenn man die Kryсталle mit schwarzem Wachs umgeben hätte, denn alsdann würde nur dasjenige Licht zum Auge gelangt seyn, was auf der faserigen Fläche eingefallen war.

In einen großen mit mehreren Spalten versehenen Amethistkryсталl habe ich mittelst eines guten Mikroskopes sehr merkwürdige Bildungen an den getrennten Flächen bemerkt, indem sie eine Reihe von glänzenden Farben zeigten, die von den kleinen Spitzen ausliefen, aus welchen die Fläche gebildet ist. Wir können daher erwarten in dem Bruche des Quarz, Fasern von einer solchen Größe aufzufinden, daß sie die glänzendsten Farben des Spectrums in gleichförmigen Tinten entfalten.

VI.

*Beobachtungen über die, in den Mineralien, durch
Wärme erregte Elektricität;*

von

Dr. DAVID BREWSTER *).

Die glänzenden Entdeckungen des Hrn. Prof. Oersted über die magnetischen Wirkungen der Elektricität, so wie die des Hrn. Dr. Seebeck über den Thermomagnetismus gewisser Metalle, haben der Elektricitäts-erregung in den Mineralien mittelst Wärme, als einem verwandten Gegenstande ein hohes Interesse gegeben. Dessenungeachtet sind, so viel ich weis, die Physiker nicht durch sie veranlaßt worden ihre Aufmerksamkeit auf die letztere Klasse von Erscheinungen zu lenken, und seitdem Hans seine Beobachtungen bekannt gemacht hat, scheinen späterhin keine über die Erzeugung der Elektricität durch Wärme angestellt worden zu seyn.

Welcher Physiker zuerst beobachtete, daß der *Turmalin* durch eine einfache Erwärmung elektrisch werde, ist nicht bekannt; jedoch leidet es wenig Zweifel, daß Lémery der erste war, der dieser Erscheinung erwähnte **). Aepinus zu Petersburg unter-

*) nach d. Ed. Journ. of Sc. II. p. 208.

**) Mém. de l'Acad. de Paris 1719.

suchte sie darauf zuerst mit Ausdauer und Erfolg. Die Versuche dieses scharfsinnigen Physikers sind in den Memoiren der Academie zu Berlin vom Jahre 1756 unter dem Titel: *De quibusdam experimentis electricis notabilioribus* beschrieben. Benjamin Wilfon, Priestley und Canton setzten die Untersuchungen fort, und letzterer entdeckte dieselbe Eigenschaft auch an dem *brasilianischen Topas*. Es war jedoch dem Scharfsinn und der Geduld eines Haüy vorbehalten, die Erscheinungen weiter ins Einzelne zu verfolgen, mehrere interessante Beziehungen, welche sich der Untersuchung seiner Vorgänger entzogen hatten, zu entdecken und die geringe Zahl der als pyro-elektrisch bekannten Mineralien durch einige andere zu vergrößern. Folgendes ist das Verzeichniß der von Haüy als pyro-elektrisch aufgeführten Mineralien, mit Beifügung der Namen derer, welche sie zuerst als solche erkannten:

Turmalin,	Lemery	Mesotype	} Haüy
Topas,	Canton	Prehnit	
Axinit,	Brard	Zinkoxyd	
Boracit,	Haüy	Sphen	

Die von Haüy und den früheren Physikern beobachteten, pyro-elektrischen Erscheinungen sind der Hauptsache nach folgende:

1. Wenn ein prismatischer Turmalin-Krystall erwärmt wird, so zeigt derselbe an einem Ende positive und an dem andern Ende negative Elektricität, welches man durch seine Wirkung auf eine elektrische Nadel und sein Vermögen leichte Körper anzuziehen und abzustoßen, bemerken kann.

2. Bei einem gewissen Grad von Wärme zeigt der Turmalin keine Elektricität. Läßt man ihn erkalten, so kommt diese wieder zum Vorschein, sie verschwindet indess abermals, wenn die Temperatur ungefähr auf 32° F. gesunken ist. Bei einer weiteren Erkaltung erscheint die Elektricität zum 2ten Male, aber jetzt in umgekehrter Anordnung, denn dasjenige Ende des Turmalin, welches früher negativ elektrisch war, besitzt jetzt positive Elektricität *).

3. In vielen der Krysfalle, welche durch Wärme elektrisch werden, hat die Vertheilung der Elektricität Aehnlichkeit mit der des Magnetismus in einem Stab von Stahl. Die Pyroelektricität hat ihre Maxima oder Pole an den Enden des Krysfalles und nimmt von diesen allmählig bis zum Mittelpunkt des Krysfalles ab, wo sie gänzlich verschwindet.

4. Im Boracite wird die Elektricität auf eine gleiche Art durch die Wärme erregt. Die primitive Form dieses Minerals ist der Würfel und von den vier Axen, welche die Ecken desselben verbinden, hat jede an einem ihrer Enden positive und am andern negative Elektricität. Wenn der Krysfall um eine seiner Axen gedreht wird, so zeigen die aufeinander folgenden Axen abwechselnd positive und negative Elektricität. Die Intensität erreicht auf jeder Axe nahe an deren Ende ihr Maximum, und vermindert sich von diesen Punkten ab sehr schnell.

5. Haüy beobachtete, daß der *Gallmey* bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft elektrisch ist

*) Diese sonderbare Thatsache, welche vor einigen Jahren von Haüy als neu angegeben wurde, scheint von Canton entdeckt zu seyn.

und, daß die Pole dabei in Bezug auf den Turmalin eine umgekehrte Lage besitzen.

6. Bei einer aufmerksamen Beobachtung der pyroelektrischen Erscheinungen fand Hany die merkwürdige Thatsache, daß während bei der großen Masse der Krystalle die korrespondirenden Theile in Zahl und Anordnung der Flächen einander ähnlich sind, die pyroelektrischen Krystalle eine Abweichung von dieser Symmetrie zeigen. In dem Turmaline befindet sich z. B. die positive Elektricität an dem Ende der Säule, was 6 Flächen besitzt, und die negative Elektricität an dem Ende mit 3 Flächen. Daraus vermutet er, daß die beiden elektrischen Fluida einen entgegengesetzten Einfluß auf die KrySTALLIFICATIONS-Gesetze ausgeübt haben, der auf die KrySTALLFORM übergegangen ist.

Von diesem kurzen Abriss der Arbeiten Hany's und seiner Vorgänger in diesem Theile der Physik, werde ich nun zu den Versuchen übergehen, die ich selbst vor mehreren Jahren über diesen Gegenstand unternommen habe, und die Resultate anführen, zu welchen ich gelangte.

Diese Versuche wurden schon in den Jahren 1817 und 1818 angestellt, aber bisher in der Hoffnung nicht bekannt gemacht, daß ich Muse finden würde sie auf große und gutausgebildete Krystalle der verschiedenen Mineralkörper ausdehnen zu können. Da ich indess keine Aussicht habe diese Arbeit zu vollenden, so überliefere ich sie denen, die mehr Muse haben wie ich, und möchte sie vor allen den jungen und thätigen Physikern als eine ergiebige

Quellen zu Entdeckungen empfehlen, die zu einem guten Mineralien-Kabinetts Zutritt genießen.

I. Ueber das Vorhandenseyn der Pyroelektricität in den verschiedenen Mineralien.

Zur Auffindung der Pyroelektricität in den Mineralien, in welchen sie nur geringe Intensität besitzt, bediente ich mich der inneren Membran der *Arundo Donax*, welche mit einem Messer in sehr kleine Stücke zerföhren und darauf gut getrocknet wurde. Die Pyroelektricität eines Minerals wurde, nachdem es erhitzt worden war, durch die Kraft bestimmt, mit der es einen oder mehrere dieser leichten Körper hoch zu heben vermochte. Ich gebrauchte überdies eine zarte Nadel von Messing, die auf einem Hütchen von gutgeschliffenem Granat schwebte und noch durch sehr geringe Grade von Elektricität in Bewegung gerieth.

Auf diese Art fand ich folgende Mineralien der Pyroelektricität fähig:

Scolezit *)
Mellit *)
Grönländischen Mesotyp
Kalkspath
Gelben Beryll
Schwerpath
Schwefelsauren Strontian.
(Coelestin? P.)
Kohlenfaures Blei
Diopsid
rothen und blauen Flußspath

Diamant
Gelbes Ausgimant
Analcime
Amethyst
Quarz aus der Dauphiné
Idocrase
Mellit?
natürlichen Schwefel
Granat
Dichroit

*) Es ist wahrscheinlich, daß Hauy's *Mesotyp* eins oder das andere von diesen Mineralien war.

Bei Untersuchung der Elektricität des Turmalins fand ich, daß sie sich schon auf eine genügende Art an einem dünnen Scheibchen beobachten lasse, das irgendwo von der Säule genommen ward. Der Versuch läßt sich am vortheilhaftesten anstellen, wenn die Flächen der Scheiben senkrecht auf der Achse der Säule standen. Wenn man eine solche Turmalinscheibe auf eine Glasplatte legt und letztere darauf durch kochendes Wasser erhitzt, so haftet die Scheibe so stark an dem Glase, daß man dieses umkehren kann, ohne daß sie in den ersten 6 oder 8 Stunden abfällt. Auf diese Art sind Scheiben von einer sehr beträchtlichen Breite und Dicke fähig, ihr eigenes Gewicht zu tragen.

II. Ueber das Vorhandenseyn der Pyroelectricität in künstlichen Krytallen.

Es geht aus keiner von Hany's Schriften hervor, daß er in den aus wässerigen Lösungen entstehenden Krytallen pyroelektrische Eigenschaften vermuthet habe. Als ich einen dieser Krytalle dem Versuche unterwarf, war ich überrascht die Eigenschaft an demselben zu entdecken und zwar in einem beträchtlichen Grade. Folgendes ist das Verzeichniß derjenigen Krytalle, bei welchen ich Elektricität entdeckte:

Weinsteinsaures Kali-Natron
Weinsteinsäure
Kleesaures Ammonium
Chlorsaures Kali
Schwefelsaure Natron-Magnesia
Schwefelsaures Ammonium

Schwefelsaure Magnesia
Blausaures Eisen-Kali
Zucker
Bleizucker
Kohlensaures Kali
Citronensäure
Quecksilberbismut

Unter diesen Kry stallen waren das *Weinsteinsalz*, *Kali-Natron* und *Weinäure* in einem beträchtlichen Grade pyroelektrisch; die Wirkung einiger von den übrigen Salzen ist verhältnißmäßig schwach.

III. Ueber die Pyroelektricität des Turmalin-Pulvers.

Unter den sonderbaren Eigenschaften des künstlichen Magneten ist keine merkwürdiger als diejenige, daß jedes von ihm abgetrennte Stück einen wirklichen Magneten mit eigener Nord- und Südpolarität darstellt. Ganz dieselben Eigenschaften entdeckte Canton an dem Turmalin, denn er fand, daß wenn derselbe voneinander gebrochen ward, jedes Stück, mittelst Erregung durch Wärme zwei entgegengesetzte Pole besaß. Coulomb hat die Thatfache am Magneten höchst sinnreich dadurch erklärt, daß er annahm, jedes Partikelchen des Magneten sey selbst ein Magnet, der seine entgegengesetzten Polaritäten besitze; eine Erklärung, die Haüy später auf die analogen Erscheinungen am Turmaline übertrug.

Bringt man jedoch den Magnet durch irgend eine mechanische Operation, als durch Feilen, Zerbohren u. s. w. in einen verkleinerten Zustand, so finden wir, daß die Stahltheilchen alsdann ihrer magnetischen Eigenschaften beraubt sind, indem ihre Coërcitivkraft durch die Schwingungen oder Erschütterungen zerstört wurde, die mit dem Prozeß der Zerkleinerung unzertrennlich verbunden sind. Die Analogie läßt erwarten, daß das Pulver des zerstoßenen Turmalins ebenfalls keine pyroelektrischen Erscheinungen zeigen werde, wenigstens zweifle ich

nicht, daß die meisten Physiker, im Vertrauen auf die erkannte Analogie diese Meinung hegen.

Um über diesen Punkt Gewissheit zu erhalten, zerstiess ich ein Stück eines grossen undurchsichtigen Turmalins in einem Stahlmörser zum feinsten Pulver. Brachte ich nun das Pulver auf eine Glasplatte und neigte die letztere, so liess es sich abschütten, wie alle harten Pulver, ohne irgend eine Spur von Anhaftung entweder unter sich oder mit dem Glase zu verrathen. Ward aber das Glas bis zu der geeigneten Temperatur erhitzt, so hing das Pulver stark am Glase, und wenn es mit irgend einer trocknen Substanz aufgerührt ward, so haftete es dieser an und ballte sich zu Massen zusammen.

Diese Klebrigkeit oder Anlage zusammengeballte Massen zu bilden verringerte sich mit dem Erkalten, und bei der gewöhnlichen Temperatur hatte es wiederum alle Cohärenz verloren.

Hieraus folgt, daß der Turmalin seine pyroelektrischen Eigenschaften selbst in dem Zustand des feinsten Staubes behält und daß dieser Staub bei Erhitzung von jedem Körper angezogen wird.

Dieser sonderbare Widerspruch mit der Analogie zwischen den pyroelektrischen und magnetischen Kräften, findet einen passenden Gegensatz in der Vertheilung der doppelten Strahlenbrechung bei regelmässig krySTALLisirten Körpern und bei Glasplatten, die nach dem Rothglühen schnell abgekühlt wurden. Bei einem KalkspathkrySTALL, der in tausend Stücke gebrochen wird, zeigt das kleinste Fragment im verkleinerten Maassstab die nämliche Anlage zur doppelten Strahlenbrechung, wie das grösste Rhomboëder dieses

Minerals; hingegen eine Glasplatte, die ihre Structur zur doppelten Strahlenbrechung durch schnelles Erkalten bekommen hat, sich ähnlich verhält wie ein Stab von Stahl. Wird ein beträchtliches Stück von einer Glasplatte abgeschnitten, so besitzt es, wenn auch von deren positiven Theil genommen, nach seiner Ablösung, beide Structuren positive und negative; wird dieses aber auf sehr kleine Fragmente gebracht oder zerstoßen, so ist das Gefüge zur doppelten Strahlenbrechung verschwunden. Wenn also eine beliebige Anzahl dieser kleinen Fragmente nach ihrer Trennung wieder zusammengesetzt werden, so besitzen sie nicht die Kraft zur doppelten Strahlenbrechung, als vorher, da sie noch eine Platte ausmachten; der Verlust des zur doppelten Strahlenbrechung nöthigen Gefüges steigt mit dem Grade der Zerkleinerung.

Diese treffende Analogie zwischen den elektrischen Kräften und denen der doppelten Strahlenbrechung, erlangt ein neues Interesse durch die bekannten Beziehungen zwischen den elektrischen und magnetischen Kräften und ist wohl einer weitem Verfolgung werth. In einem Aufsatze, welcher in einer der nächsten Stücke meiner Zeitschrift erscheinen wird, werde ich Gelegenheit nehmen, auf mehrere nahe Beziehungen zwischen den Erscheinungen des Magnetismus und denen der doppelten Strahlenbrechung aufmerksam zu machen, durch welche diejenigen physikalischen Grundätze neues Licht erhalten können, die schon so manche Ähnlichkeiten in den Erscheinungen dieser drei Lehren herbeiführten.

VI. Ueber die Pyroelektricität des vom Krytallwasser befreiten Scolezit- und Mesolit-Pulvers.

Da das Turmalinpulver, mit dem die vorhergehenden Versuche angestellt wurden, durch seine Zerkleinerung keine chemische Veränderung erlitt, so war ich begierig zu versuchen, ob die Pyroelektricität in den Mineralien erregt werden könne oder nicht, wenn diesen einer ihrer Bestandtheile geraubt würde. Zu diesem Zweck verwandelte ich den Scolezit und Mesolit durch Erhitzung zu Pulver und nahm ihnen hierdurch das Krytallwasser, welches man gegenwärtig als wesentlichen Bestandtheil in den Mineralien ansieht. Als ich das Pulver auf einer Glasplatte der Hitze aussetzte, haftete dasselbe an dem Glase wie das Turmalinpulver, und als es durch irgend eine beliebige Substanz aufgerührt ward, hing es dieser an und ballte sich zusammen wie frischgefallener Schnee.

Diese Thatfache ist sehr belehrend und hätte schwerlich vorhergesehen werden können. Da viele Mineralien nur durch die Menge ihres Krytallwassers verschieden sind, so kann man das so eben pyroelektrisch gewordene Pulver weder als Scolezit noch als Mesolit betrachten, sondern muß es als ein anderes bisher noch nicht bekanntes Mineral ansehen. Die von dem Pulver entwickelte Pyro-Elektricität kann folglich nicht als eine Eigenschaft des ungepulverten Minerals betrachtet werden, sondern nur als die einiger seiner Bestandtheile. Welchen Bestandtheilen, oder welcher Verbindung von ihnen die Pyro-Elektricität innewohnt, wird leicht durch fernere Versuche zu entdecken seyn.

V. ~~Ueber den wahrscheinlichen Einfluß der Zwillingbildung~~
(crystallographic composition) auf die Vertheilung der Elek-
tricität in den Mineralien.

IIV

Obgleich ich nicht so glücklich war, solche Kry-
stalle anzutreffen, welche zur Untersuchung dieses
Theiles der Aufgabe erforderlich sind, so giebt es doch
einige Thatsachen, die hinreichende Wichtigkeit be-
sitzen um bei einer solchen Untersuchung beachtet zu
werden.

ncv

Hauy erwähnt besonders eines Topaskrystalles^{*)},
in welchem die Pyroelektricität auf eine höchst merk-
würdige Art vertheilt war. Es beobachtete, daß bei-
de Enden negative Pole besaßen und der mittlere
Theil Anzeigen von positiver Elektricität gab. Da
diese Erscheinung nur bei einem Mineral beobachtet
ward und nur bei einem Exemplar desselben, auch
die Erscheinungen des Magnetismus (P.) und der
Elektricität genau das Entgegengesetzte zeigen, so ist
es sehr wahrscheinlich, daß der Krystall, an welchem
er dieses beobachtete, ein Zwilling war, in welchem
sich die beiden positiven Pole berührten.

Obgleich der Scolazit und Mesolit Zwillinge sind,
so kann diess dennoch keinen Einfluß auf die Verthei-
lung der durch Hitze erregten Elektricität haben, weil
die Zwillingsebenen parallel mit der Axe des Prismas
liegen. Es ist also der Topas nebst einigen andern py-
roelektrischen Mineralien, an welchen wir den Ein-
fluß der Zwillingbildung zu untersuchen haben^{**)}.

*) Traité de Minéralogie 2. Ed. Tome II. p. 154. Ich hoffe, daß
dieser Krystall sich im Besitz des Herzogs von Buckingham be-
finde, welcher, wie ich höre, das reiche Cabinet von Hauy
erstanden hat.

**) Ein anderes Beispiel von einem sehr wahrscheinlichen Ein-
fluß der Structur auf die Entwicklung der Elektricität bietet
sich den Analogen dar, bei dem die Eigenschaft, durch Reibung nur
im geringen Grade elektrisch zu werden, von der Hauy den
Blasen des Minerals entlebte, offenbar von seiner eigenen
mechanischen Structur veranlaßt wird.

~~unvollständiges Bild des wirklichen Zustandes der Natur~~
~~und der geschichtlichen Entwicklung der Natur~~
~~und der geschichtlichen Entwicklung der Natur~~

VII.

*Beobachtungen und Angaben
 über die Verminderung des Wassers an der schwedischen Küste.*

von

N. BRUNCRONA nebst Bemerkk. darüb. v. C. P. HALLSTROM.

(In freier Bearbeitung.)

Dass man an den schwedischen Küsten schon seit langer Zeit ein fortdauerndes Sinken des Wasserspiegels der Ostsee und vor Allem des bothnischen Meeresbusens zu bemerken glaubt, und dass diese Erscheinung seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts, nachdem Celsius zuerst die Aufmerksamkeit der Physiker allgemeiner auf sie hingelenkt hatte, zu mannichfachen Erörterungen Anlass gab, ist bekannt und dem physikalischen Publikum noch neuerdings in einer sehr schätzbaren historisch-kritischen Zusammenstellung vom Hrn. v. Hoff *) überliefert worden. Vielen der einzelnen Beispiele, welche zur Stütze dieser oder jener Hypothese aufgesucht wurden, mangelt gewiss entweder ganz oder zum Theil die erforderliche Beweisfähigkeit, aber im Allgemeinen scheint es wirklich Thatsache zu seyn, dass *in Bezug auf die schwedische Küste* ein Zurücktreten des Wassers statt-

*) In dessen: *Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche.* Th. I. p. 407.

~~Sagt: „Was bestritten werden kann und wie die Ge-~~
 schichte lehrt mit großer Heftigkeit bestritten ward,
 betrifft, Einzelheiten abgerechnet, nur die Erklärung
 dieser Thatfache. Für jetzt hat man gewissermaßen
 nur unter den bestehenden Hypothesen zu wählen,
 denn seitdem Cellins, aus den von ihm in grö-
 ßer Anzahl aufgeführten Beispielen, auf eine wirk-
 liche Abnahme des Wassers der Ostsee folgen-
 de; mehrere seiner Landsleute, den Schluss durch
 Gegenbeispiele entkräftend, das Ganze auf eine An-
 schwemmung zurückzuführen suchten; und Herr
 Leopold v. Buch zuerst die Idee von einer all-
 mählichen Hebung der lammthichen die Ostsee begrän-
 zenden Küsten der skandinavischen Halbinsel aus-
 sprach — seitdem scheint der Kreis der möglichen
 Erklärungsarten erschöpft und die Aufstellung einer
 vierten Ansicht durchaus unmöglich zu seyn. Die Un-
 haltbarkeit der ersten Hypothese ist längst erwiesen.
 Zu ihrer Widerlegung bedarf es keiner speziellen
 Kenntniß der Verhältnisse jenes Landes, denn daß
 das baltische Meer, welches mit dem Ocean in unmit-
 telbarer Verbindung steht und in diesen einen so un-
 bestimmten Abfluß hat, für sich allein nicht sinken
 könne, ist schon aus allgemeinen Gründen einzuse-
 hen und bedarf noch kaum der Bestätigung, daß
 man an den preussischen, deutschen und dänischen
 Küsten niemals eine Wasserverminderung bemerk-
 te. Nicht so verhält es sich mit den beiden letz-
 ten Ansichten; über sie zu entscheiden, muß wie
 billig den Männern überlassen bleiben, die durch ei-
 gene Anschauung der Lokalverhältnisse dazu berech-
 tigt sind. Jedenfalls können nur die letzten beiden

für den gegenwärtigen Augenblick auf Beachtung Anspruch machen. Hiedurch soll dem Leser die Wichtigkeit der beiden unter dem obigen Titel, in den Abhandlungen der K. Akademie zu Stockholm vom Jahre 1823 enthaltenen Aufsätze, haben nicht die Absicht, sich für eine oder die andere dieser Hypothesen zu erklären, sondern sind nur bemüht sichere und neue Data der Nachwelt zu überliefern.

Der erste, von Hrn. Brunnera verfaßt, enthält einen Bericht an die K. Akademie, in welchem er die Resultate von seinen in den Jahren 1820 und 21 unternommenen Bemühungen, zur Ausmittlung des in den letzten 40 Jahren stattgefundenen (scheinbaren) Sinkens des Meerespiegels an der schwedischen Küste, darlegt. Sein Bericht schließt manches ein, was nur für die Bewohner jener Gegenden Interesse hat, und deshalb finde nur dasjenige von ihm hier eine Stelle, was für die allgemeine Kenntniß von Wichtigkeit ist.

Hr. Brunnera bemerkt, daß er mit Hülfe der Beamten der Loots-Einrichtung und anderer sachkundiger Männer nicht bloß die schon früher bekannten Wasserzeichen, sondern auch die bisher nicht bekannten aufgesucht habe und daß ihre Höhe über dem Spiegel der See aufs Neue festgesetzt ward. Eben so wurden zum Behuf einer künftigen Erforschung neue Markzeichen in den Felsen eingehauen und wo sich hierzu keine Gelegenheit darbot, der Boden der See bei einem mittleren Stande des Wassers abgelothet, auch bei andern über dem Meere hervorragenden Felsen der senkrechte Abstand vom Wasser bestimmt.

Ueber den Betrag der Ueberbaren Vafferabnahme an den verschiedenen Orten in den letzten 40 Jahren, giebt Hr. Br. folgende Tafel:

Provinz (Län)	Kirchspiel	Ort	Breite des Ortes	Wasser- abnahme während der letzten 40 Jahre
Vesterbotten	Bygda	Rataskär	63 59	1,50 Fäß
		Ledskär		2,50
		—		0,50
Gefleborg	Rogsta	Balsö	61 43	2,50
		Hornlandet	61 37	2,83
		Agö	61 32	2,50
		Löfgrundet	60 45	2,50
Stockholm	Hälsing	Swärklubben	60 11	2,33
		Radmansö	59 46	0,17
		Söderarm	59 46	2,00
		Värmdö	59 17	2,17
		Sorunda	58 44	1,00
Nyköping	Bälinge	Hartsö	58 42	1,08
		Sävesund	58 45	1,17
		Häfringe	58 35	2,00
Östgothland	Jonsberg	Arkö	58 28	0,67
		Gryt	58 11	0,83
		Häradsskär	58 8	1,00
Kalmar	Lofthammar	Stedsholmen	57 50	1,00
		Kalmar	56 41	0,41
Bleking		Carlskrona	56 10	
		Carlshamn	56 11	
Christianstad		Ähus	55 55	
		Falsterbo	55 23	
Malmöhus		Landskrona	55 52	
		Glumsten	56 57	
		Hallsund	57 21	
Halland	Onsala	Köön	57 53	1,00
		Körvedal	58 2	
Bohus-Län	Möckle	Gullholm	58 41	
		Strömstad	58 56	

Nur den, der Tabelle beigefügten Bemerkungen möchten wohl die folgenden das meiste Interesse gewähren.

An den Küsten von *Gottland* hat man, den Nachrichten zufolge, welche die Directoren der Lootseinrichtung mittheilten, keine anderweitige Verminderung des Wassers bemerkt als solche, die durch Anschwemmung bewirkt ward. Diefes beftätigt fich durch eine im Jahre 1743 von dem Hafen und der Rhede von *Stito* verfertigte Karte, welche viele Angaben über die Wassertiefe enthält und zufolge welcher diefe für den innern Hafen im Durchschnitt 20 bis 27 Faden und für die äußere Rhede 29 bis 36 Faden betrug. Genau dieselben Angaben finden fich auf einer Seekarte wieder, die im Jahre 1817 angefertigt ward. Dagegen ward der Hafen *Lutterhorn* in den letzten 12 oder 15 Jahren fo mit angeschwemmten Gefchieben gefüllt, daß jetzt nur noch für 2 Fahrzeuge die 5 Fuß tief gehen, Raum vorhanden ift, während ehemals von Schiffen die 8 bis 10 Fuß tief gingen, wohl 6 bis 8 Ramm hatten. Die dafelbft zum Kielholen angelegte Brücke war im Jahre 1818 fo mit ähnlichen Gefchieben überdeckt, daß man fie nicht mehr fehen konnte.

Was hingegen die Tiefe des Meeres an den entfernten und an dem längs der fchwedifchen Küfte belegenen Fahrwasser betrifft, fo behaupten die Lootsbeamten, daß zwar ein unbedeutendes Anschwemmen ftattfand, jedoch hauptfächlich nur an folchen Orten, die dem Flugfand, den Gefchieben oder dem Tang fehr ausgefetzt find, oder deren Boden aus feftem Gelfein befteht. Ein folches Anschwemmen ift

namentlich bei einigen größern Städten und bei mehreren Fischerställen beobachtet. So z. B. betrug die Tiefe des Hafens von *Landskrona* nach einer im Jahre 1771 verfertigten Karte bei mittlern Wasserstände 6 Faden, hingegen im Jahre 1817 nur 5 Faden.

Von *Haaparanda* längs der schwedischen Küste bis zur Gränze von Norwegen findet man Stellen in den Scheeren, wo nach dem Zeugniß aller sachkundigen Lootsen vor 60 bis 80 Jahren selbst 10 Fuß tief gehende Fahrzeuge segeln konnten und gegenwärtig nur Boote von 2 bis 3 Fuß Tiefe fortzukommen vermögen, obgleich man in dem in der Nähe belegenen Fahrwasser noch so gut segeln kann wie zuvor. Als Grund hievon giebt man an, daß alles kalkartige und röthliche Gestein ein Bestreben habe, sich von dem Grunde zu erheben, ein Verhalten, von dem Hr. Bruncrona glaubt, daß es auch bei *Gottland*, *Öland* und andern Inseln stattfindet.

In den Scheeren von *Bohus-Län* außerhalb Gothenburg, konnten vor 50 Jahren Schuten und Jachten, zwischen *Brännön* und *Rifön* durch *Brännöfjund* und bei *Hakefjord* in gehörig tiefen Wasser fahren; jetzt hingegen kommen kaum kleine Fischerboote fort. Ein ähnliches Verhalten zeigt sich bei *Hönön*, *Asperfjund* und mehreren andern Stellen. Die Lootsen versichern, daß in jedem Fahrwasser, dessen Boden aus festem Gestein besteht, die Tiefe des Wassers mit jedem Decennium abnehme. Dieses Verhalten findet sich im Allgemeinen an der ganzen Küste von *Bohus-Län* und wurde auch bei *Glumsten* in *Halland* bemerkt.

Hrn. Brancrona's Bericht enthält noch zu der Tabelle eine Menge Nachweisungen, die sich aber zu sehr auf lokale Verhältnisse beziehen, als daß sie von allgemeinerem Interesse seyn könnten. Es mag daher genügen, aus dem Schluß des Anflatzes das Verzeichniß der in den Jahren 1820, 21 und 22 neu errichteten Wasserzeichen, mit Uebergang dessen, was sich nur auf deren Lage und Form bezieht, hier noch anzuführen:

Im Jahre 1820 wurden Wahrzeichen errichtet:

1) am St. Olofsstein bei *Älfsund* in Gefleborgs-Län. Kirchspiel Hille unter der Breite von $60^{\circ} 52'$.

2) In einem Berge am Fahrwasser zu *Grösa* in Stockholms-Län. Kirchspiel Börstel. Breite $60^{\circ} 18'$.

3) An der nördlichen Seite vom Bakberg bei *Seartklubben* in Stockholms-Län. Kirchspiel Häfverö. Breite $60^{\circ} 11'$.

4) An der nordwestlichen Seite der Insel *Wed-Isa* in Stockholms-Län. Kirchspiel Watö. Breite $59^{\circ} 51'$.

5) An einer Klippe bei *Lilla Kärsön*, deren Spitze noch vor 29 Jahren im Wasserspiegel lag. In Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Fröhlunda. Breite $57^{\circ} 37'$.

6) Auf einer Klippe zu *Kalven* in Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Öckerö, unter $57^{\circ} 42'$ Breite. Noch von 33 Jahren berührte die Spitze der Klippe den Wasserspiegel.

Im Jahre 1821.

7) Am Abhange eines Berges zu *Barsvikern* in Wester-Norrlands-Län. Kirchspiel Hädanger. Breite $62^{\circ} 28'$.

8) Auf der Insel *Notholmen* in Gefleborgs-Län, Kirchspiel Jättendal. Breite $61^{\circ} 56'$ an einer am südwestlichen Strande des Berges hervorspringenden Klippen spitze.

9) An einer hohen Klippe zu *Korfgrundet* in Gefleborgs-Län. Kirchspiel Rogsta. Breite $61^{\circ} 50'$.

10) Am Felsen bei der nördlichen Einfahrt des Hafens zu *Koön* in Gothenburgs- und Bohus-Län bei Marstrand. Breite $57^{\circ} 53'$.

11) Auf der Insel *Stora Hålsö* in Gothenburgs- und Bohus-Län. Kirchspiel Skee. Breite $58^{\circ} 58'$.

Im Jahre 1822.

12) zu *Ulfön* in Wester-Norlands-Län. Kirchspiel Nätra. Breite $63^{\circ} 0'$.

Die Zeichen bestehen entweder aus horizontalen Linien oder Bohrlöchern, die man in den Felsen eingrub und zum Theil noch durch beigefetzte Jahreszahl u. s. w. leichter kenntlich machte. Die meisten wurden von Hrn. Bruncrona selbst errichtet.

Der zweite von Hrn. C. P. Hallström (zu Stockholm) herrührende Aufsatz, enthält unter dem Titel „Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung“ einige sehr schätzbare Beiträge zur Beurtheilung nicht bloß dieser, sondern auch des Phänomens im Allgemeinen. Deshalb mögen hier auch meist die eigenen Worte des Verfassers folgen.

Es ist jetzt außer allen Zweifel gesetzt, hebt Hr. Hallström an, daß das Vermindern des Wassers, oder richtiger gesagt, das Sinken des Wasserspiegels in dem nördlichen Theile der Ostsee und vorzüglich im ganzen bothnischen Meerbusen, wirklich stattfindet.

Daß es an mehreren Orten nur scheinbar vorhanden ist, widerspricht dieser Erfahrung nicht. In leichten Meerbusen und an den Mündungen der Flüsse wurde wohl der Boden durch das Wachsen der Grasbänke oder durch herbeigeführte Schlamm-Massen erhöht und das frühere Fahrwasser dadurch unbranchbar gemacht, aber daß die Erscheinung wirklich stattfindet, beweisen an tieferen Wasser und in beträchtlichen Entfernungen von den Küsten, sowohl eingekauene als natürliche Merkzeichen, deren Unveränderlichkeit man nicht in Zweifel zu ziehen Ursache hat. Von dem Vorhandenseyn der Erscheinung als Thatfache, sind wir demnach völlig überzeugt, kennen indeß bis jetzt nichts weiter von derselben, als deren ungefähren Gang. Wir wissen noch nicht mit Bestimmtheit, wie viel das Sinken in einem Jahrhundert beträgt, ob es gleichförmig geschieht oder ob es gewissen Perioden unterworfen ist; ob lokale, klimatische oder atmosphärische Einflüsse dabei mitwirken und ob die Größe des Sinkens, von der man nur im Allgemeinen weiß, daß sie von Norden nach Süden abnimmt, zur Breite des Ortes in einem einfachen oder mehr zusammengesetzten Verhältnisse steht. Alles dieses zu erforschen, steht uns noch bevor, da der Gegenstand unlängbar dieselbe genaue und aufmerksame Behandlung verdient, welche andern Zweigen der Naturwissenschaft gegenwärtig zu Theil geworden ist. Unsere Ansichten gehen indeß nicht auf das gutgemeinte Unternehmen hinaus, durch Beobachtung der altern Merkzeichen und durch das Setzen neuer, fernere Angaben über den Wasserstand wie bisher zu sammeln, denn diese können nur das Bekannte besta-

tigen, und bringen unsere Kenntniss von dieser Erscheinung nicht weiter, als sie jetzt ist. Vielmehr ist es unsere Meinung, daß man das frühere Beobachtungsverfahren verbessern und mehr der Natur der Sache anpassen müsse.

Die gegenwärtig bekannten Zeichen für den Wasserstand und deren Abmessungen haben bisher nur wenig zuverlässige und oft nicht übereinstimmende Schlüsse über die wahre GröÙe der Verminderung des Wassers zu ziehen erlaubt. Diese rührt offenbar von der unsichern und so zu sagen rohen Methode her den Wasserstand zu beobachten. Tägliche Erfahrungen zeigen, daß die Ostsee, obgleich sie nicht der Ebbe und Fluth unterworfen ist, dennoch mehrere Fuß steigt oder fällt, so wie die verschiedenen Winde auf das Wasser wirken und dieses zum Sunds hinein oder hinaus treiben *). In dem Maasse, wie sich diese Abwechselungen häufen oder sich die Grenzen des höchsten und niedrigsten Standes erweitern, ist es auch schwer ohne Hülfe mechanischer Vorrichtungen oder flüssiger Beobachtungen den mittlern Stand zu bestimmen. Alle Untersuchung in diesem Felde muß aber von einer absoluten Bestimmung des letztern ausgehen, da nur diese für die Berechnung einen sichern Anhaltspunkt giebt. Bei dem Setzen und Beobachten der Zeichen hat man sich meist an den Angaben des mittlern Wasserstandes gehalten, welche zuverlässige und glaubwürdige Personen mit-

*) Auch gehört hieher die von Schulten nachgewiesene Wechselfeltigkeit zwischen dem Stande des Barometers und der Wasserhöhe der Ostsee (Annal. d. Ph. Bd. XXXVI. 314.) P.

theilten. Man sieht indess leicht ein, wie viel hier dem Gutdünken überlassen blieb, und daß, wenn gleich Gewohnheit und Uebung der Beurtheilung sehr zu Hülfe gekommen seyn mögen, man doch über eine Gröfse in Zweifel ist, welche zwar im Allgemeinen wenig bedeutet, aber doch von Wichtigkeit ist, wenn man Genauigkeit verlangt.

Zuverlässigere Wahrzeichen giebt die Natur selbst an die Hand. Die Erfahrung hat es nämlich bestätigt, daß die Perioden des zufälligen Steigens und Fallens des Wassers schnell vorübergehen und daß die Oberfläche desselben zwischen beiden eine längere Zeit in einer einigermaßen unveränderten Höhe stehen bleibt, welches meistens in der Mitte des Sommers der Fall zu seyn pflegt, wodurch sich an den Küsten und Klippen ein deutlicher sogenannter Wasserrand erzeugt. Ferner reichen die Moose, welche

Beobachtungen des Sinkens der Meeres-

	Das Zeichen des Wasser-	
	von	im Jahre
Raholmen	And. Davidsson	1700
in Nieder Kalix Kirchspiel		
Stor Rebben	And. Hellant	1751
in Pitea Kirchspiel		
Ratan	A. Chydenius	1749
in Bygdea Kirchspiel		
	A. Hellant	1774

die Felsen bedecken, ebenfalls nur bis zu dem gewöhnlichen Wasserstand im Sommer hinab und bilden daher eine bestimmte Gränze.

Diese beiden von der Natur gegebenen Merkmale, wie wenig bestimmt sie auch seyn mögen, verdienen dennoch vor den Angaben der Bewohner der Scheeren den Vorzug; man hat indeß keine Rücksicht auf sie genommen, sondern die Wassergränze stets nur nach Schätzung bestimmt.

Zum Beweise dessen, was ich über die Unzuverlässigkeit der jetzt gebräuchlichen Methode, das Sinken der Meeresfläche zu bestimmen, gesagt habe, und um zu zeigen, wie schwankend unsere Kenntniss von der wahren Gröfse derselben ist, füge ich die nachstehende tabellarische Uebersicht bei, die sich theils auf meine eigenen, theils auf Beobachtungen Anderer stützt.

Oberfläche im Bothnischen Meerbusen.

Das Zeichen des Wasserstandes ist untersucht von	im Jahre	Stand der Oberfläche des Wassers unter dem Zeichen	Anzahl der verlaufenen Jahre	Gröfse des Sinkens des Wassers in 100 Jahren
Hellant	1750	2,05 Fufs	50	4,10 Fufs
Zelberg	1775	2,49	75	3,32
af Schultén	1785	1,70	34	5,00
Hjort von Ornäs	1796	1,90	45	4,22
af Schultén	1785	2,70	36	4,72
Wallman	1795	2,50	46	5,43
Hällström	1810	2,60	70	3,42
af Schultén	1785	2,55	36	5,00
Wallman	1795	1,16	21	5,52
Hällström	1819	1,60	45	3,57

	Das Zeichen des Wasser- standes ist gesetzt von	
Ratan	C. Wallman	1795
Rönsklär in den Scheeren von Wasa	E. Klingius	1755
Wargön in den Scheeren von Wasa	E. Klingius	1755
Löfgrundet vor Gefle	Rudman oder Celsius	1731
Ulfön in Ängermanland	C. Wallman	1795

Die einzelnen Angaben stimmen nicht im mindesten überein, sondern weichen oft beträchtlich von einander ab. Nimmt man aber das Mittel aus ihnen, so ergibt sich für das Sinken im Bothnischen Meerbusen, während 100 Jahren:

nach den Beobachtungen bei	Raholmen	3,71 Fuß
	Stor-Rebben	4,61
	Ratan	4,34
	Rönsklär	4,20
	Vargön	4,40
	Löfgrundet	4,35

Im Durchschnitt also 4,26

Dass die mittleren Resultate eine so große Uebereinstimmung zeigen, kann nur einem glücklichen Zufall zugeschrieben werden. Was man hieraus mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit schließen kann, besteht im Folgendem: 1) dass das Sinken auf dem ganzen bothnischen Meerbusen gleich groß zu seyn

Das Zeichen des Waf- ferstandes ist untersucht von		Stand der Oberfläche des Wassers unter dem Zeichen	Anzahl der verlaufenen Jahre	Größe des Sinkens des Wassers in 100 Jahren
Hällström	1819	0,65 Fuß	24	2,71 Fuß
Hällström	1797	1,70	42	4,05
Brödd	1821	2,87	65	4,35
af Schultén	1785	1,45	30	4,83
Hällström	1797	1,69	42	4,02
Brödd	1821	2,87	65	4,35
af Schultén	1785	2,90	54	5,37
Robson	1796	2,17	65	3,34
A. Almlöf	1822	1,58	27	5,85

scheint, und daher innerhalb dieses Raumes keine Beziehung zur Breite des Ortes stattfindet; 2) daß die Größe des Sinkens in 100 Jahren nahe 4 Fuß beträgt. Diese wirklich merkwürdige Resultat läßt befürchten, daß unter gleichbleibenden Verhältnissen die Küstenfahrt in den nördlichen Provinzen für die Folge einen sehr nachtheiligen Einfluß erleiden wird. Wären die verschiedenen in kürzeren Zeiträumen gemachten Beobachtungen genau, so könnte man aus denselben noch einen dritten nicht unwichtigen Schluß ableiten, nämlich den, daß das Fortschreiten nicht gleichförmig geschieht, sondern bedeutenden Anomalien unterworfen ist, zu deren Bestimmung indess diese Beobachtungen nicht hinreichend sind.

Bei *Calmar* beträgt das Sinken den Beobachtungen zufolge, in 100 Jahren 2 Fuß; in wiefern dieses aber nach Norden zunimmt um die Größe des Sin-

kens im bothnischen Meerbusen zu erreichen, oder ob irgendwo ein plötzlicher Uebergang von einem zu dem andern stattfindet, ist uns nicht bekannt. Durch die im Jahre 1820 gesammelten Thatfachen und Nachrichten, von denen weiterhin die Rede seyn wird, hat man hierüber keinen annehmbaren Aufschluß erhalten. Eben so wenig kennt man das Verhalten an den östlichen Küsten der Ostsee, und man kann nur aus den wenigen vorhandenen Angaben schliessen, daß das Sinken dort noch geringer sey, als in Calmar.

Die Beobachtungen, welche in Calmar von den Lectoren Wikström und Frigelius angestellt wurden, sind unter allen die zuverlässigsten, hauptsächlich wegen des bei ihnen angewandten Verfahrens. Dieses bestand nämlich darin, daß man an einer zum Theil ins Wasser gesenkten Skale, die an einem festen unveränderlichen Gegenstand angebracht war, täglich die Höhe der Wasserfläche bemerkte, und aus diesen Beobachtungen die jährliche Mittelhöhe bestimmte. Diese Methode gewährt offenbar die größte Genauigkeit und giebt, mehrere Jahre hindurch fortgesetzt, nicht bloß den jährlichen Betrag des Sinkens der Oberfläche, sondern auch hinsichtlich seines Fortschreitens den gleichförmigen oder schwankenden Gang.

Dieses Beobachtungsverfahren ist nicht neu; es wurde schon im Jahre 1754 von dem Lector Wickström erfunden und ausgeführt, auch ward es später vom Lector Frigelius beibehalten, der die Beobachtungen des ersteren von den Jahren 1797 bis 1802 fortsetzte. Auf dieselbe Art hat man auch im Laufe der

letzverflossenen 10 Jahre die Veränderungen an der Oberfläche des *Vänern*-Sees bestimmt, welche hinsichtlich ihres periodischen Ganges nicht minder merkwürdig sind als die Erscheinung des Sinkens der Ostsee, um so mehr, da die Ursachen derselben auf das Genaueste entdeckt wurden.

Gegen die Angabe, daß das Sinken der Ostsee bei Calmar in 100 Jahren 2 Fufs betrage, kann man mit Recht einwenden, daß wenn die Erscheinung vom bothnischen Meerbusen an bis hierher einen gleichen und ununterbrochenen Gang befolge, sie sich auch südlich von Calmar zeigen müsse, wo sie aber in einigen Meilen gänzlich verschwindet. Läßt dies gleich vermuthen, daß jene Angabe zu groß sey, so wird dadurch die Richtigkeit jener Beobachtungen nicht widerlegt, sondern es zeigt nur, daß lokale Ursachen, wie z. B. Strömungen in dem Sund von Calmar Einfluß auf den Wasserstand hatten. In gleicher Breite können an den östlichen Küsten von Öland die Resultate vielleicht ganz anders ausfallen. Die Lage des Schlosses von Calmar, welches gegenwärtig nur $4\frac{1}{2}$ Fufs über dem Wasserspiegel steht, scheint ebenfalls einem so bedeutenden Sinken zu widersprechen; denn wenn das Alter dieses Gebäudes sich auf 556 Jahre beläuft und dieses unmittelbar an dem Wasserspiegel errichtet ward, so befrüge das Sinken in 100 Jahren nicht mehr als 0,82 Fufs. Indess ist es nicht völlig ausgemacht, ob das Fundament des Schlosses noch das ursprüngliche ist, und es nicht durch später hinzugekommene Anlagen verändert ward. Mit der letzten Angabe stimmt auch die auf *Stallön* im Jahre 1820 an Wickströms Wasserzeichen gemessene Höhe

mehr überein, nach welcher das Wasser in 100 Jahren nur 0,66 Fuß gefallen wäre. Die Anomalien an dieser Stelle scheinen der Nachwelt noch viel zu erforschen übrig zu lassen.

Die Erfahrung, daß an den Küsten von Gottland keine Verminderung des Wassers bemerkt ward, kann man gewiß nicht bestreiten, jedoch fehlt noch der Beweis, daß der Hafen von *Slitö* gegenwärtig genau dieselbe Tiefe besitzt, wie vor 100 Jahren. Wer das Verfahren kennt, welches man bei Ablothungen von 20 bis 36 Faden tiefem Gewässer anwendet, wird diesen Einwurf gewiß für gegründet halten. Bei einer Ablothung dieser Art kommt es auf einen Fuß mehr oder weniger gar nicht an, da diese Größe bei einer solchen Tiefe in nautischer Hinsicht von gar keiner Bedeutung ist; man pflegt auch die wahre Tiefe nur bis $\frac{1}{2}$ Faden anzugeben. Wer kann übrigens sicher seyn, daß bei zwei verschiedenen Messungen der Tiefe, das Senkblei genau auf dieselbe Stelle des Bodens fällt, und daß das Wasser nicht einmal hoch und das andremal niedrig stand? Durch beide Umstände kann das wirklich in der verfloßenen Zeit stattgehabte Sinken compensirt oder unmerklich gemacht werden. Daß die Häfen um Gottland in späteren Zeiten seichter wurden, mag nun eine Verminderung des Wassers stattgefunden haben oder nicht, rührt allein von Anschwemmungen des Sandes und der Geschiebe her, oder ist auch durch Verschlammung von der Landseite her bewirkt. Dasselbe gilt in größerem oder geringerem Grade von Fahrwassern an andern Stellen der Küste von Schweden, die offenbar verlandet wurden.

Die gewissen Gebirgsarten beigelegte Eigenschaft, sich nach oben zu schieben, wäre besonders merkwürdig, wenn derselben nicht in theoretischer Hinsicht jeder Beweis der Möglichkeit abginge und die Angabe nicht von Personen herrührte, auf deren Fähigkeit zu beobachten und über Gegenstände dieser Art nachzudenken, man nicht berechtigt ist Vertrauen zu setzen. So viel mir bekannt ist hat man niemals bemerkt, daß der Kalk- und Sandstein-Grund um Gottland und Öland sich gehoben habe. Weiter hinauf findet man diese Gebirgsarten nirgends anstehend, sondern es herrscht überall der Gneis, welcher im Allgemeinen in den Scheeren reich an Feldspath ist und deshalb eine röthliche Farbe zeigt. Warum sollte aber diese Art von Gneis eine größere Neigung besitzen sich zu heben, als eine andere, in welcher diese Bestandtheile nicht vorherrschen? Dieser unerwiesene Satz beruhet offenbar auf einem Irrthume. Es ist bekannt, daß das Meer an verschiedenen Stellen in den Scheeren vor Nortelje und Gesle größere oder kleinere Sandsteingefchiebe theils anschwemmt, theils mit dem Eise herbeiführt, welche auch dort gesammelt und als Baumaterial benutzt werden. Sind diese Steine in einem Jahre fortgenommen, so sind sie in dem andern durch eine gleiche Menge wieder ersetzt, und wo sie während einer längern Zeit zusammengehäuft wurden, scheint es dem einfältigen Strandbewohner als hätte sich der Boden gehoben.

Ich muß erinnern, daß in der tabellarischen Uebersicht über das Sinken der Wasserfläche der Ostsee, die angegebene GröÙe des Sinkens an wenig Orten sich auf eine wirkliche Beobachtungereihe von 40 Jah-

ren bezieht. Die meisten Angaben sind auf diese Periode durch Berechnung zurückgeführt, theils nach dem Alter der eingetauchten Zeichen, theils nach dem, was sich über die Verminderung des Wassers in dem Gedächtniß der Menschen erhalten hatte. Man kann daher die gegebenen Resultate nicht mit einander vergleichen. Wenn man dieselben mit Bezug auf die beigelegten Jahreszahlen und anderweitigen Bemerkungen auf eine Periode von 100 Jahren berechnet, so entsteht folgendes Verhältniß:

Ratan.	Rätaskär.	Hellants Zeichen	3.26 Fufs
	Ledskär.	Chydellus Zeichen	3.52
		Wallmans Zeichen	2.00
Agön			4.39
Löfgrundet			2.81
Svartklubben			6.02
Gislänge			1.51
Söderarm			4.00
Sandhamn			4.00
Landsort;	af Schulten's Zeichen		5.00
	Stein in Krokskärs Hafen		3.67
	Stein bei Idmaren		4.00
Hartsön			2.82
Säfvesund			2.91
Häfringe			3.00
Arkön			1.66
Kettillön			2.77
Häradsskär			3.33
Stedsholmen			3.33
Calmar, auf Skallön			0.66
Känsön			4.00
Koön			2.00

Ueber die Verminderung des Wassers an den Küsten von Bohus-Län besitzt man alle Erfahrungen, welche die beiden zuletzt erwähnten Angaben bestäti-

gen; dennoch zeigt sich die Erscheinung nicht weiter südlich an den Küsten von Halland oder Schonen, oder an den in Westen liegenden dänischen Küsten des Kattegats. Das gegenseitige Verhältniß ist noch weniger befriedigend als beim bothnischen Meerbusen; und zeigt, wie wichtig es wäre, durch fortgesetzte und methodisch angestellte Beobachtungen die genaue Kenntniß einer Erscheinung herbeizuführen, welche in ihrer Art die einzig bekannte auf der Erde ist *).

Es würde vielleicht zu große Aufopferungen von Mühen, Kosten und Zeit verursachen, wenn man an gewissen bestimmten Punkten der Ostseeküsten Beobachtungen auf die zuvor beschriebene Art, die einzige, welche ein sicheres Resultat geben kann, jährlich

*) Durch die Vorrede zum 2ten Theile von dem genannten Werke des Hrn. v. Hof bin ich auf eine in der Correspondence astronomiq. Vol. X. p. 266. enthaltene Notiz aufmerksam gemacht, die eine Erscheinung erwähnt, welche vielleicht mit der au der Ostsee parallelisirte werden kann. Es heißt daselbst: „Die *Oraheiter* behaupten, daß sich das Meer von ihrer Küste zurückziehe. Sie zeigten den Engländern ungefähr 4 Meilen von Venuspoint, der die Gränze des Distriktes von Whapiano bildet, einen Fußsteig, den man zu Zeiten des Capitän Wallis, der die Insel im Jahre 1767 entdeckte, selbst zur Ebbezeit, wegen der hohen vom Pic herabgehenden Felsen, nicht passiren konnte und der jetzt zu allen Zeiten gangbar ist. Diese Insulaner versichern an den meisten Orten der Insel Zeichen von dem Rückzuge des Meeres wahrgenommen zu haben.“ Woher diese Notiz genommen ist, finde ich in der Corresp. astronom. nicht angegeben. Eben so muß es bis zur genaueren Prüfung dahingestellt bleiben, ob die Urtheilskraft der Insulaner diese Erscheinung von den im Südmeere so gewöhnlichen Corallenbildungen unterscheiden konnte oder nicht. P.

anstellte. Geschiehe dieses indess jedes fünfte oder wenigstens zehnte Jahr zu gleicher Zeit an allen Stellen, so würde man diesen Zweck gewiß erreichen. An einer oder der andern Hauptstation, welche durch ihre Lage oder durch andere günstige Umstände dazu geeignet ist, könnte dies in jedem Jahre geschehen. Zugleich müßten dabei Barometerstand, Winde, Strömungen u. s. w. sorgfältig berücksichtigt werden, um zugleich den Zusammenhang zu erforschen, welcher zwischen deren Veränderungen und dem gleichförmigen oder schwankenden Fortschreiten der Verminderung des Wassers vielleicht stattfinden könnte.

Hr. Hallström beschließt seinen Aufsatz mit dem Wunsche, daß die K. Akademie zu Stockholm, welche schon früher, wenn auch nur mittelbar durch den Eifer einzelner ihrer Mitglieder, so sehr für die nähere Kenntniß dieser Erscheinung bemüht war, auch ferner derselben ihre Aufmerksamkeit schenken möge, indem sie dieselbe Berücksichtigung verdiene wie irgend ein anderer Gegenstand der menschlichen Wissbegierde.

(Um dem Leser die Lage der Oerter zu veranschaulichen, an welchen in neuerer Zeit die zuverlässigsten Beobachtungen über das sogenannte Sinken des Wassers angestellt sind, habe ich diesem Hefte eine, aus dem Hermelin'schen Atlas entnommene, Skizze der schwedischen Küste beigelegt. Zur Unterscheidung von den übrigen Orten sind die, welche sich auf die Wasserabnahme beziehen, unterstrichen worden. P.)

VIII

Beschreibung einiger hydropneumatischen Lampen.

2) von Andrew Fyfe.

Die Entdeckung des Hrn. Prof. Döbereiner über das Erglühen des schwammigen Platins durch Wasserstoffgas führt leicht auf ihre Anwendung zu einer schnell Feuer gebenden Maschine, auch sind schon verschiedene Vorrichtungen zu diesem Zweck erdacht. Zuerst fiel man auf diejenige, welche vor längerer Zeit von Hrn. Gay - Lussac angegeben ward, um einen Vorrath von Wasserstoffgas aufzubewahren. Sie ist jedoch kostbar und nicht leicht von denen zu handhaben, die keine Gewandtheit besitzen mit chemischen Apparaten umzugehen. Eine andere von Hrn. A die erfundene, ist ebenfalls noch zu kostbar, wenn gleich sie weniger zusammengesetzt ist. Diejenige, welche von mir angewandt ward, besitzt den Vorzug, daß sie einfach, wohlfeil und leicht zu handhaben ist, und dennoch in gleichem Grade ihren Zweck erfüllt.

Das Instrument besteht nur aus einer gebogenen Glasröhre *ABC*, deren innerer Durchmesser nahe einen Zoll beträgt und die in einem hölzernen Stativ befestigt ist. Der kürzere Arm *C* ist 5, und der längere 8 Zoll lang. An der Mündung bei *C* ist eine dünnere Glasröhre angebracht, welche durch einen Hahn *D* verschlossen werden kann. Von ei-

nem Messfingerringe welcher bei *E* die Röhre genau umschliesst, ragt ein Stück hervor, an welchem mittelst eines sehr dünnen Drahtes das schwammige Platin befestigt ist.

Wenn das Platin seine Fähigkeit zum Erglühen verloren hat oder eine grössere Menge von Hydrogen erfordert, so bedeckte ich es mit einer Kappe, die bei *K* dargestellt ist und bei *L* genau an den Cylinder anschliesst. Soll die Lampe gebraucht werden, so bringt man in den kürzeren Arm ein Stück Zink nach *G*, wo eine kleine Glasröhre *H* verhindert, dass es der Biegung der Röhre näher komme als ungefähr auf einen Zoll. Alsdann gießt man soviel verdünnte Schwefelsäure hinein, dass die Röhre ungefähr bis *S* damit gefüllt wird und verschliesst alsdann den kürzeren Arm durch den Stöpsel und Hahn. Das durch Einwirkung der Schwefelsäure auf das Zink erzeugte Wasserstoffgas, füllt den kürzeren Arm und treibt die Flüssigkeit in dem längeren Ende in die Höhe, bis endlich die Gasentwicklung anhört wenn die Säure unter das Zink hinabgedrückt ist, und das Gas ungefähr einen Druck von einer 6 bis 7 Zoll langen Säule der Flüssigkeit zu tragen hat. Wenn nun der Hahn geöffnet wird, so strömt das Hydrogen gegen das Platin, die Flüssigkeit steigt in dem kürzeren Arm und da sie alsdann das Zink wiederum berührt, so findet eine abermalige Gasentwicklung Statt. Der Abstand des Platins hängt von der Grösse der Hahnöffnung ab und deshalb ist der Ring *E* beweglich, damit er leicht adjustirt werden kann.

Dieser Apparat fasst nur ungefähr einen Kubikzoll von dem Gase, was ich um Feuer zu erhalten für

hinreichend glaube, denn wenn auch hiernach das Platin nicht so lange im Gläsen erhalten werden kann, indem das Gas entflammbar, so ist die erzeugte Hitze doch hinlänglich um ein Schwefelholz daran zu erhitzen. Man darf also nur wenn das Platin im Nothgläsen geräth ein Schwefelholz demselben nähern, und (dabei die Vorsicht gebrauchen, das Gläsen auf einige Sekunden zu erhitzen, damit alles etwa anhangender Schwefel verflüchtigt werde, weil dieser sonst bei einem abermäligten Gebrauch der Lampe das Erglühen des Platins verhindert. Ich möchte daher rather, bei jedesmaligem Gebrauch die Flamme des Schwefelholzes auf eine kurze Zeit an das Platin zu bringen.

Ich glaube daß diese Lampe noch mancher Verbesserung fähig ist, allein sie würde dadurch auch zusammengesetzter werden und einen ihrer Hauptvorteile, nämlich Wohlfeilheit, verlieren. Eine Lampe von der so eben beschriebenen Einrichtung kostet (in England) ungefähr 10 Schillinge (!) (Edinb. phil. Journ. Oct. 1824.)

2) von Hrn. Gärden.

Die Gefäße, welche Hr. Gärden dieser Lampe gab, veranschaulicht die Figur (6). *AB* ist eine Glaskugel, welche mittelst einer Hervorragung genau in den Hals *mn* eines andern kugelförmigen Glasgefäßes *CD* paßt. Die Kugel *AB* endigt sich nach unten in einem offenen Hals *mnop*, an dessen unterem Ende ein kleiner Cylinder von Zink *op* angebracht ist.

An dem Halse des Gefäßes *CD* ist eine Vorrichtung von Messing *abc* angebracht, durch welche das in dem Gefäße *CD* enthaltene Gas bei *c* ausströmen kann, wenn man den Hahn *d* öffnet. Der Arm *ef* gleitet durch *h* und trägt in einer Büchse von Messing *P* ein Stück von dem schwammigen Platin; mit Hilfe dieses verschiebbaren Armes kann man das Platin der Spitze *a* nach Belieben nahe oder fern stellen.

Schüttet man nun durch die Mündung *S* verdünnte Schwefelsäure in das Gefäß *AB*, so fließt dieselbe zum Halse *mn* hinaus und drückt die Luft in *CD* zusammen, wenn der Hahn verschlossen ist. Die Säure wirkt nun auf den Ring von Zink und entwickelt Wasserstoffgas, welches nachdem die gemeine Luft hinausgelassen ward, das Gefäß *CD* allmählig anfüllen wird. Öffnet man alsdann den Hahn, so strömt das Gas bei *c* hinaus auf das Platin, und erzeugt bald eine solche Hitze, daß dasselbe ins Glühen geräth und augenblicklich Feuer liefert. In der Lampe des Hrn. Garden wird der Ring von Zink von einem Stücke Kork getragen, so daß, wenn das Gefäß *CD* mit Gas gefüllt ist, die verdünnte Säure das Zink nicht mehr berührt und kein Wasserstoffgas weiter entwickelt wird. Sobald aber das Gas bei *c* hinaustritt und seine Elasticität nachläßt, wird die Säure im Gefäße *CD*, durch den Druck der übrigen Flüssigkeit gehoben, wirkt wieder auf das Zink und ersetzt dadurch das verloren gegangene Wasserstoffgas.

g) von Hrn. Adie.

Die Figur (4) zeigt die Gestalt, welche Hr. Adie dieser Lampe gegeben hat; es sind bei ihr die verschiedenen Theile mit denselben Buchstaben wie bei Fig. 3 bezeichnet. Diese Lampe ist am Boden *AB* mit einem Kegel von Glas versehen, um damit den Ring von Zink *op* festzuhalten, der also beständig in dieser Lage bleibt.

Diese Lampe besitzt eine grössere Festigkeit und ist weniger einer anfalligen Verletzung unterworfen. Prof. Cumming zu Cambridge, welcher eine von diesen Lampen im December 1823 gebräuchte, fand es nöthig das Platin nach jedesmaligem Gebrauche mit einer Kappe zu bedecken. Mit Platinfolie von $\frac{3}{32}$ Zoll Dicke, und in einem verschlossenen Rohr gehalten, konnte die nämliche Wirkung erzeugt werden; wenn die Dicke der Platina aber $\frac{1}{16}$ eines Zolles betrug, so war ein vorheriges Erhitzen desselben bis zum Rothglühen nöthig.

(Edinb. Journ. of Science L. 144.)

Das Cyanjod, eine neue Verbindung der Jode mit Stickstoff und Kohlenstoff;

VON

Hrn. SERULLAS J.

Die Verbindung der Jode mit dem Cyan gehört zu denen, welche man bisher noch nicht darstellen konnte. Als Grund hieyon glaubte ich anfänglich annehmen zu müssen, daß sich dieselbe nur unter einem sehr hohen Druck erzeugen lasse, und um dies zu prüfen, versuchte ich ihre Darstellung in einem ähnlichen Apparat zu bewirken, wie den, welchen die Hrn. Davy und Faraday zum Condensiren der Gasarten anwandten. Es wurden daher 12 Grm. Cyanquecksilber mit 6 Grm. Jode, beide wohl getrocknet, in ein 4 bis 5 Decimeter langes und 15 bis 20 Millimeter weites Glasrohr gebracht und zwar so, daß sie sich nicht berührten. Eine Biegung der Röhre zwischen beiden Stoffen sollte dies noch mehr verhindern, allein durch die, beim Aufschmelzen der Röhre vor der Lampe nöthigen, Bewegungen der Röhre mischten sie sich dennoch mit einander. Als ich darauf die Röhre an der Stelle erhitze, wo sie das Gemisch enthielt, erfolgte eine Zersetzung des Cyanquecksilbers unter Verflüchtigung eines grossen Theils

^{*)} Auszug aus d. J. d. Ch. et Ph. XXVII. 184.

der Jode. Es bildete sich rothes Jodqueckfilber, eine Flüssigkeit (flüßiges Cyan (P.)) sammelte sich in geringer Menge an dem von der Wärme entfernten Ende der Röhre und ein wenig über dem Jodqueckfilber und dem kohligten aus der Zersetzung des Cyanqueckfilbers hervorgegangenen Rückstand, setzte sich eine weisse im Aeussern der Baumwolle ähnliche Masse ab, deren Menge so bedeutend war, daß sie auf eine Strecke von 3 bis 4 Centimeter die ganze Röhre füllte.

Nach dem Erkalten ward die Röhre geöffnet, wobei, durch die schnelle Verwandlung der Flüssigkeit in Dampf, eine leichte Verpuffung stattfand. Die herausgenommene Masse hatte ein weisses wollartiges Ansehen und zeigte nur durch mitverflüchtigte Jode einige graue Punkte. Ihr Geruch war stechend und hielt, obgleich eigenthümlicher Art, doch das Mittel zwischen dem der Jode und dem des Cyans. Beim Kochen zeigte sie sich ätzend und liess noch lange hernach einen sehr hervorstehenden Metallgeschmack zurück. Der letzte Umstand, im Verein mit dem, daß sowohl durch Säuren als durch Alkalien die Gegenwart des Jodqueckfilbers darin zu entdecken war, liess mich anfänglich glauben, daß die neue Substanz eine Verbindung von Cyan, Jode und Queckfilber sey. Eine genauere Untersuchung zeigte mir aber, daß das Cyanqueckfilber eingemengt war und von der übrigen Verbindung, die nur aus Jode und Cyan bestand, getrennt werden konnte.

Bei einem dieser Versuche hatte ich Gelegenheit die außerordentliche Kälte zu beobachten, welche Flüssigkeiten im Augenblick ihrer Verwandlung zu Gas erzeugen können. Es hatte sich nämlich eine

ziemliche Menge flüssigen Cyans gebildet, dessen Gas, als ich eine Stelle der Röhre durch eine glühende Kohle erweichte, sich an dieser eine Oeffnung bahnte und mit starkem Zischen entwich. Das Ausströmen des Gases hielt eine Zeitlang an, da die Oeffnung nur klein war, und dies erlaubte mir den Theil der Röhre, welcher das flüssige Cyan enthielt, in kaltes Wasser zu tauchen. Kaum hatte ich aber diesen wieder herausgezogen, als er sich mit einer sehr harten und dicken Schicht von Eis belegte. Ich führe dieses nur Beispiels halber an, da nichts Unerwartetes darin liegt, seitdem wir durch einen Versuch des Hrn. Gay-Lussac wissen, daß das in der Atmosphäre enthaltene Wasser augenblicklich auf einer Glaskugel niederschlagen wird, auf die man einen schmalen Strom stark verdichteter Luft leitet.

Ich habe auch bemerkt, daß das flüssige Cyan eine gewisse Menge Jode auflöst und dadurch roth gefärbt wird, doch bildet sich nicht die krySTALLINISCHE Masse, wie unter andern Umständen, wenn ersteres die Gasform annimmt.

Nachdem ich erkannt hatte, daß sich das Cyan mit der Jode verbinden läßt auch ohne Hülfe eines künstlichen Druckes, kehrte ich zu den gewöhnlicheren Verfahrensarten zurück und wählte unter diesen das folgende: Zwei Theile Cyanquecksilber und ein Theil Jode, beide völlig trocken, wurden in einem Glasmörser mit einander zerrieben und das Gemenge in eine Phiole mit etwas weitem Hals gebracht. Darauf ward dasselbe allmählig bis zur beginnenden Zersetzung des Cyanquecksilbers erhitzt, von der eine Verknüftung, das Erscheinen blauer

Jedämpfe auf die Verdichtung der weissen Masse an der Mündung des Halses die Anzeigen geben. Man entfernt sich die Phiole vom Feuer und bracht sie in geneigter Stellung mit ihrem Hals entweder unter eine auf Papier stehende und an einer Seite aufgebogene Glasglocke oder noch besser unter eine grosse Glastafel. Die zur Phiole sehr rasch hinaus tretenden weissen Dämpfe verdichten sich alsdann an der Glastafel, in Form von wolligen und sehr leichten Flocken, und wenn keine Dämpfe mehr erscheinen, so erhitzt man die Phiole auf Neue und wiederholt die oben genannte Operation. Man kann das Gemenge auch in einer Glasretorte erhitzen, die mit einer Vorlage versehen ist, allein die Heraus schaffung des Produktes hat alsdann grössere Schwierigkeiten, und man ist weit länger seinen beschwerlich fallenden Ausdünstungen ausgesetzt. Hält man die Phiole, während die Stoffe auf einander wirken, in freier Luft, ohne den Hals derselben unter die Glocke oder Platte zu bringen, so wird die Atmosphäre des Arbeitsortes, augenblicklich mit einer grossen Menge wellartiger Flocken angefüllt, die eine Zeitlang noch freier in derselben herumfliegen wie das Zinkoxyd (*Lana philosophica* (P.)), welches sich bildet, wenn man an offener Luft das völlig geschmolzene Zink von einer gewissen Höhe herab ausgiesst.

Bei Anwendung des Cyanqueckfilbers und der Jode in dem angegebenen Verhältnisse, ist man zwar der Unbequemlichkeiten überhoben, die ein Ueberschuss von Jode herbeiführt, allein es bleibt dennoch unumgänglich, die Substanz einer nochmaligen Sublimation zu unterwerfen, um sie von einem stets ein-

gesamten Antheile Jodquecksilber zu befreien. Diese Sublimation muß bei sehr mäßigem Feuer betrieben werden; am besten bei der Wärme eines Wasserbades, wenn auch, obgleich eine lange Zeit zu derselben erfordert wird. Zu diesem Ende schüttet man das unzele Cyanjod in eine etwas weite unten verschlossene Glasröhre, so daß es nur den Boden derselben einnimmt, taucht darauf den unteren Theil der Röhre in siedendes Wasser, und erhält ihn durch irgend eine Vorrichtung so lange darin, bis nur das rothe Jodquecksilber, welches sich bei dieser Temperatur nicht verflüchtigen kann, am Boden der Glasröhre zurückbleibt. Die Röhre muß außerhalb des Wasserbades ein wenig gebogen seyn, damit sich das verflüchtigte Cyanjod, an diesem Theile, welcher seiner Lage wegen der kältere ist, fest anlegen könne. Man überzeugt sich von der völligen Abwesenheit des Quecksilbers im Cyanjod, wenn man dieses zuerst mit einer concentrirten Aetzkalklösung und darauf mit einem Ueberschuß von Salpetersäure behandelt, da alsdann die geringste Menge von Quecksilber zu einem Niederschlag von rothem Jodquecksilber Anlaß giebt.

Da bei dem so eben angewandten Verfahren die Stoffe sich in unmittelbarer Berührung befanden, so konnte das augenblickliche Freiwerden des Cyangases auf das erhaltene Resultat von Einfluß gewesen seyn; und deshalb war es natürlich zu untersuchen, ob Joddämpfe mit dem für sich dargestellten Cyangase in Berührung gesetzt, die Bildung von Cyanjod veranlassen würde. Hiezu wurde Cyangas in einem mit Joddämpfen angefüllten Ballon geleitet. Nachdem sich durch das Erkalten des Ballons die dunklen violetten

Dämpfe niedergeschlagen hatten, fand ich an den Wänden eine gewisse Menge von dem weissen Kry stallen, gemischt mit etwas Jode und am Boden eine ziemlich beträchtliche Menge rothen Jodquecksilbers. Das Beseyn des letzteren zeigt nicht nur, daß weisß Cyanquecksilber durch die Wärme zersetzt wird, ein Theil desselben sich aufersezt verflüchtigt, sondern auch, daß es von dem frei werdenden Cyangas mit fortgerissen wird, denn die Röhre, welche das Cyangas in den Ballon leitete, war so lang, daß die Temperatur mindestens auf $\frac{1}{2}$ Theil ihrer Länge (argeteilt) nicht erhöht ward. Die geringe Menge des Jodbynd zeigt auch, daß diese nur durch das verflüchtigte Cyanquecksilber entstanden ist, welches in dem Ballon durch die Joddämpfe zersetzt ward und daß folglich die Bildung des neuen Körpers nur in dem Augenblicke stattfindet, in welchem das Cyangas frei wird. Wenn man Cyanquecksilber und Jode zusammenreibt, so verräth sich die gegenseitige Reaction derselben durch den sehr stechenden Geruch, und diese zeigt, daß schon bei der gewöhnlichen Temperatur eine gewisse Menge des Cyanjods gebildet wird.

Das bei einer gelinden Wärme oder der gewöhnlichen Temperatur sublimirte Cyanjod ist sehr weisß und bietet sich in Form sehr langer und außerordentlich zarter Nadeln dar. Sein Geruch ist sehr stechend, greift die Augen stark an und reizt zu Thränen; sein Geschmack ist ätzend und sein spezifisches Gewicht grösser als das der Schwefelsäure, da es in dieser augenblicklich unter sinkt. Bei einer Temperatur, die viel niedriger ist als die des siedenden Wassers, verflüchtigt es sich, aufersezt. Auf glühenden Kohlen

geworfen, löst es reichlich violette Dämpfe aus. In Wasser und noch mehr in Alkohol ist es löslich und diese Lösungen, welche farblos sind und den Geruch und Geschmack des Cyanjods besitzen, röthen weder die Lackmuspinktur, noch bräunet sie die Curcumpinktur. Das Cyanjod ist also weder Säure noch Alkali, noch zerfällt es für sich das Wasser; mit salpetersaurem Silber giebt es keinen Niederschlag. Die Analogie, welche das Chlor und Jod bei ihren Verbindungen mit andern Körpern so häufig zeigen, findet also hier nicht Statt, da das Chloreyan bekanntlich die Eigenschaften einer Säure besitzt.

Durch concentrirte Aetzkalilauge wird das Cyanjod zerlegt und es bildet sich hydriodinsäures und hydrocyansäures Kali. Die Lösung giebt einen sehr schönen grünen Niederschlag wenn man anfangs schwefelsaures Eisenoxydul und darauf etwas Salzsäure zusetzt. Die letztere Eigenschaft würde nach Hrn. Döbereiner auf Cyansäure, also auf ein cyansäures Salz deuten, allein ich habe erkannt, daß Jod die Ursache der Farbenintensität war. Es mußte sich zwar gleichzeitig auch jodsaures Kali bilden, in dem konnte ich dieses in dem Rückstand dieser Lösungen, welcher in Alkohol von 40° unlöslich war, nicht entdecken. Schüttet man Aetzkali in eine Lösung von Cyanjod, so bemerkt man im ersten Augenblick einen Geruch von Blausäure.

Salpetersäure scheint keine Einwirkung auf das Cyanjod zu haben, denn letzteres löst sich und die Säure bleibt ungefärbt. Concentrirte Schwefelsäure greift es im ersten Augenblick ebenfalls nicht an, aber nach einiger Zeit färbt sich die Säure rosenroth und

nach und nach fällt Jode nieder. Durch Hydrochlo-
r-Säure wird es zerlegt, Hydrocyan-Säure gebildet, und
Jode niedergeschlagen.

Die flüchtige schweflige Säure hat unter allen Säuren
die merkwürdigste Wirkung auf das Cyanjod, denn
einige Tropfen derselben auf die Krystalle des letzteren
geschüttet, machen augenblicklich Jode frei, muß
bei einem kleinen Ueberschuß dieser Säure wird die
Lösung farblos; es bilden sich Schwefelsäure, Hydro-
jod- und Hydrocyan-Säure, welche letztere sich schon
durch ihren charakteristischen Geruch verräth und
noch deutlicher nachgewiesen werden kann, wenn
man den Glashafen, welcher die Mischung enthält,
mit einem von Aetzkalk-Lauge befeuchteten Papiere be-
deckt, da dieses sich blau färbt, wenn man erst einige
Tropfen einer Lösung von schwefelhaltigem Eisenoxyd
dazu und dann ein wenig Säure hinzusetzt. Diese Lö-
sung giebt ebenfalls, nachdem sie zur Vertheilung des
Hydrocyan-Säure und des Ueberschusses von schwefli-
ger Säure einige Zeit hindurch mäßig erwärmt war,
noch einen schönen grünen Niederschlag, wenn man
selbige Aetzkali, schwefelsaures Eisenoxydul und eine
Säure derselben hinzusetzt. Dies beweist, daß der
grüne Niederschlag nicht von Cyan-Säure erzeugt wird,
daß, denn die Bildung dieser Säure ist bei Gegenwart
von schwefliger Säure nicht sehr wahrscheinlich.

Trocknes schwefligsaures Gas wirkt nicht auf das
Cyanjod, sobald man aber einige Tropfen Wasser
hinzutreten laßt, wird Jode abgeschieden.

Trocknes Chlor hat auch nach mehreren Tagen
keine Wirkung auf das Cyanjod. Dieses verflüchtigt
sich und krystallisirt an den Wänden des Gefäßes.

Ursach der Unvollständigkeit der Bestimmung: dass nicht
 alle, feststehende Mischungsverhältnisse des Cyanjods
 durch glühende Eisendrehspäne zerlegt, der erhal-
 tene Bodstein als unzersetztes Salz zerlegt und mit dem
 Gewichte des erhaltene Jodkaliums, nach dessen be-
 kannter Zusammensetzung die Jodabrechnung; nach
 diesem Mitschneideverfahren belag sich durch Messung
 auf 0,8066 des angegebenen Jodcyanjods.

Berechnet man dies nach Atomen, so kann man
 annehmen, dass 1 Gramm des Cyanjods besteht aus:

Jode	0,828	1 Atom
Cyan	0,172	1 Atom

Obgleich die gefundene Menge der Jode stets etwas
 geringer war, als sie nach dieser Rechnung seyn sollte,
 so kann man doch nicht annehmen, dass die Verbind-
 ung aus 1 Atom Jod und 2 Atomen Cyan besteht,
 denn dieses würde geben:

Jode	0,7062	1 Atom
Cyan	0,2938	2 At.

und ein Fehler so groß, als dies voraussetzt, glück-
 lich, ist bei meinem Verfahren nicht begangen.
 Nachdem, was mir Hr. Gay Lussac mitgetheilt hat,
 wurde die Anwendung von Kupferoxyd in diesem
 Falle zu einem genauem Resultate geführt haben, vor-
 Allem, wenn wir erst in Besitz des feuerfesten Ap-
 parates sind, welchen derselbe anstellt hat, um alle
 bei dieser Art von Versuchen stattfindende Ungewiss-
 heit zu entfernen.

Das Cyanjod muß seinen Basen theilen, nach
 eine ausgezeichnete Wirkung auf die thierische Ge-

konomie ausüben und die Heilkunde wahrscheinlich irgend eine Anwendung von demselben machen können. Es scheint indess nicht so gefährlich zu seyn, als man es der Natur seiner Elemente nach voraussetzen könnte. Ich habe es oft gekostet, gleichwie mehrere Personen des Laboratoriums, welche mit mir, während seiner Bereitung, dem Einathmen desselben in ziemlich grossen Quantitäten ausgesetzt waren. Wir spürten indess nur eine Kraftlosigkeit und litten an einen heftigen Reiz in den Augen, welcher aber nach kurzer Zeit vorüberging.

[illegible]

Zeit der Beob.	Barom. bei +10° R.
Tg St.	pariser
1 { 8 27. 54 12 27. 96 2 27. 90 6 27. 81 10 27. 62	
2 { 8 28. 94 12 29. 44 2 29. 36 6 29. 27 10 29. 15	
3 { 8 31. 37 12 32. 74 2 32. 89 6 33. 41 10 34. 26	
4 { 8 34. 61 12 34. 38 2 33. 99 6 33. 88 10 33. 57	
5 { 8 31. 69 12 30. 56 2 30. 40 6 30. 39 10 30. 80	
6 { 8 31. 96 12 32. 71 2 32. 59 6 32. 41 10 31. 55	
7 { 8 12 2 6 10	
8 { 8 31. 84. 5 12 33. 04. 7 2 33. 65. 1 6 33. 55. 2 10 33. 79. 5	Barom.

Vom 4 bis 8 November. A
hendem Nimbus. Mitt-Abds. wolkig. A
mehr heitere Stellen, Al. einz. Regt. pf.,
der Mond in seiner Ern. einz. Sterne.
große Cirr. Str. auf, 2. Str. auf heit. C
später gleichf. und von diesen, formirte
rings lockre, zerstreute; Reg. früh in
hoch und schön, sonst 20. bei wolk. BK
N. doch heit. Am 4. 1d ein.
wolkig bed., Nchmittg. bis 28. Am 27
Abds außer einer Grupp. etws Reg., de
weisse Decke. Am 5. wolk. Decke ist
u. Abds wolk. Decke graue Decke; 1
bis gegen Abds, herrsch. Nichts stark, Mo
sonst, später ganz, heit und um 10. w
brochene Decke. Am der S-Horiz. e
8 U. 55) Abds, zeigt sich Decke; wo
Vom 9 bis 14. Am 9. Morgen. Am 28. si
Str., Mittg. u. Spt-Atgs oben Cirr. S
Am 10. Cirr; Str. weichen und W. heit
Mittg. gleichf. bis weissen Mond - Viertel
Decke die Tags gleich Erdferne.
Horiz. große Cam. Vu. 30. Am 29. lit
Tags wolk. wolk. Deckwolk. Bed. die
stark Reg. Am 13. sten, sonst wolk.
Grunde, Mittg. in Spt, der Horiz. b
Spt-Abds gleichf. ist. er
nach 5 heutig, Reg. in
gleich sieht heute der ristik des Mon
Vom 15 bis 20. Am 15. Me aus SW. br b
Mittg. rings Cam. oben. Nuk. stama e
de
in
ng
ht
lit
n-
ng
en
las
an

Am 16. Nachts Reg., früh wolk. Bed. und ziehender Nimm-
Tage über bleibt die Decke und Spt-Abds ist sie gleichf. doch
matt hindurch. Am 17. wolk. Bed. die nur Nachmittags in N in
brunde aufgelöst. Am 18. Cirr. Str., die früh bisweil. offene Stel-
n bald wolk. Bed. Am 19. Morg. wolk., Tags u. Abds gleichf.
einz. Tropf., Mittags Sprühreg. und dann gelinde bis Nachts.
ed. bis 11 gering. Reg. Um 8 U. 55' heute Abd., trat der Neu-

Am 21. wolk. und gleichf. Decke wechseln; den 21. Abds und
den 22. Vormittags bis gegen 3 fein, von 5—7 stärker, Reg. Am
Morg. u. Spt-Abds nur, in SO etwas gebrochen. Am 24. glei-
rüh stark Nebel und dann der Horiz. hie u. da etwas licht. Am
rg. Sprühreg.; Tags wolk., von Abds ab gleiche Decke, von 4½
enig Reg. Am 26. düstere wolk. Bed., nach Mittg einz. Rgrpf.,
etwas licht. Am 27. Nachts stark Reg., auch früh von 8—9 bei
lk. Decke bleibt herrschend und ist nur Abds in SW etwas ge-
rüh oben heiter, unten belegt, stark Reif u. Nachts Eis 2''' stark.
ppr.; Nachmittags gleiche Decke, Abds Cirrus-Schleier mit offenen
r; Spt-Abds wieder wolk. bed. Um 3 U. 48' Abds heute, das
Zum andern Mal in diesem Monat, sieht der Mond in sei-

Cirr. Str. bed. freisig unten meist dicht, schon Vermittg bildet
fortbesteht; Abds stark Nebel. Am 30. früh N u. W große offene
bedeckt, Tags weniger Cirr. Str., Nachmittags oben heiter, etwas
el. und in N u. S kl. Cum. darüber; von Abds ab gleiche Decke.

Wetter: trübe, nass, sehr gelinde, eher warm zu nennen; heftige
regen schnelle Bewegung des Barometers und tiefes Sinken; defo
lfren-Eis, nur 2 Linien dick.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, ZWÖLFTEES STÜCK

I.

Ueber das Wolfram.

Von

F. WÖHLER, M. Dr.

Ehe ich zur Beschreibung einiger früher noch nicht untersuchten Verbindungen und Verhältnisse des Wolframs komme, will ich die Methoden angeben, deren ich mich bediente, um die Wolframsäure aus dem in der Natur vorkommenden sogenannten Wolfram abzuscheiden, da man sie vielleicht noch nicht angewandt hat. — 1 Theil feines Wolframpulver wurde mit 2 Theilen geschmolzenem salzsauren Kalke in einem heftigen Tiegel etwa eine halbe Stunde lang geschmolzen. Die ausgegossene erstarrte Masse sieht im Bruche aus wie salzsaurer Kalk. Sie wurde mit Wasser ausgekocht, welches salzsaures Eisen - Mangan- und Kalksalz auszieht. Man gießt die Auflösung ab, und kocht den zurückbleibenden wolframsauren Kalk mit concentrirter Salzsäure. Nachdem man das Kochen hinreichend lange fortgesetzt hat, gießt man

die Flüssigkeit ab, worauf schön gelbe Wolframsäure zurückbleibt, die man sogleich mit Ammoniak digerirt. Man verdampft die Auflösung und glüht das Salmiak haltende wolframsaure Ammoniak, um die Säure daraus zu erhalten.

Da ich bemerkte, daß eine Auflösung von wolframsaurem Kali durch Kochen mit Salmiak eine große Menge wolframsauren Ammoniaks fallen ließe, so versuchte ich auch auf diese Art die Wolframsäure durch eine einfache Operation aus dem Wolfram zu erhalten. Es wurden 1 Theil Wolframpulver mit 2 Theilen kohlenstoffem Kali geschmolzen, das Kalisalz mit Wasser ausgezogen, und die Auflösung mit Salmiak gekocht. Das wolframsaure Ammoniak fiel natürlich nicht eher nieder, als bis alles freye Alkali mit Salzsäure vom Salmiak gesättigt war. Das niedergefallne schwere Ammoniaksalz war sehr weiß, und in kleinen glänzenden Blättchen krystallisirt.

Es wurde mit Salmiakauflösung ausgewaschen, da es darin so gut wie unauflöslich ist, wenn es sich einmal abgeschieden hat, und dann getrocknet und geglüht. Ich fand indess daß die daraus erhaltene Säure noch etwas fixes Alkali hielt. Diese Methode scheint daher nur mit folgender Abänderung zur Erhaltung einer reinen Säure anwendbar zu seyn. Die Auflösung nämlich, welche nach Abscheidung des Ammoniaksalzes übrig blieb, und außer salzsaurem Kali und dem im Ueberschusse zugesetzten Salmiak noch aufgelöstes wolframsaures Ammoniak enthielt, wurde, um dieses nicht zu verlieren, abgedampft, und die Salzmasse so lange geschmolzen, bis aller Salmiak verdampft war. Durch Auflösen des salzsauren

ren Kalis hoffte ich nun Wolframsäure abcheiden zu können, aber statt dessen blieb eine große Quantität eines schwarzen schweren Pulvers zurück. Nachdem es ausgewaschen und getrocknet war, fand es sich, wie ich unten näher anführen will, daß es reines Wolframoxyd war, das sich bey dem Erhitzen an der Luft entzündete und zu reiner Säure verbrannte. — Ich glaube daher daß man zur Bereitung reiner Wolframsäure am besten so verfährt: man schmilzt das Wolframpulver mit kohlensaurem Kali, vermischt die Auflösung des wolframsauren Kalis mit hinlänglich viel Salmiak, dampft ab, und schmilzt die Salzmasse in einem hessischen Tiegel bis aller Salmiak zersetzt oder verdampft ist, zieht die geschmolzene Masse mit Wasser aus, kocht das zurückbleibende Wolframoxyd mit verdünnter Lauge von kauftischem Kali, um einen kleinen Antheil von beygemengtem schwerlöslichen sauren wolframsauren Kali wegzunehmen, und wäscht endlich mit reinem Wasser aus. Das getrocknete Wolframoxyd bewahrt man als solches oder verbrennt es zu Säure. —

W o l f r a m o x y d.


Dieses Oxyd ist bekanntlich von Hrn. Berzelius entdeckt worden. Er erhielt es durch Glühen der Säure in Wasserstoffgas. Diese wird dabey erst vollkommen dunkelblau, welche Farbe nach und nach in dunkelbraun übergeht. Als ich solche krySTALLINISCHE Wolframsäure gebrauchte, wie sie nach dem Glühen von krySTALLINISCHEM wolframsauren Ammoniak zurückbleibt, erhielt ich ein krySTALLINISCHES halb metallglänzendes Oxyd, das mit dem Polirstahl gerieben

einen dunkelkupferrothen Strich gab. Aber von vollkommenem Metallglanze und schöner kupferrother Farbe kann man es dadurch erhalten, daß man ein Gemenge von Wolframsäure und Zinkfeile mit verdünnter Salzsäure übergießt, und so oft beyde letztere ernent, bis alle Wolframsäure in kupferrothe metallische Blättchen verwandelt ist. So wie die Wasserstoffgasentwicklung angefangen hat, wird die Wolframsäure blau, welche Farbe immer tiefer, zuletzt schwarz wird, und dann in violet und kupferroth übergeht. Das so gebildete Oxyd kann nur unter Wasser aufbewahrt werden, da es so schnell den Sauerstoff anzieht, daß es an der Luft sogleich blau zu werden anfängt, und sich endlich ganz in gelbe Wolframsäure verwandelt. — Wenn man diese äußeren Characteres des Wolframoxys mit denen des kohlschwarzen Pulvers vergleicht, was man durch Schmelzen von wolframsaurem Kali mit Salmiak erhält, und von dem ich anführte, daß es Wolframoxyd sey, so wird man wegen der Unähnlichkeit beider vielmehr vermuthen, daß der schwarze Körper nicht Wolframoxyd sondern metallisches Wolfram sey, um so mehr, wenn ich noch hinzufüge, daß er durch den Polirstahl weissen Metallglanz, aber von sehr dunkler Nüancirung, annimmt. Daß er indess wirklich nichts anders als Oxyd sey, zeigt die Gewichtszunahme, die bei seiner Verbrennung entsteht. An der Luft erhitzt fängt er weit vorm Glühen Feuer, und 100 Theile nehmen dabei nach mehreren Versuchen immer sehr nahe an 8 Theile Sauerstoff auf, also gerade soviel als das Oxyd. Wäre es metallisches Wolfram, so müßten 100 Theile beinahe 25 Theile aufnehmen, um Säure zu werden. —

Es ist indess merkwürdig, daß eine und dieselbe Verbindung unter so verschiedenen äußeren Characteren erscheinen kann; die Beispiele davon sind aber gar nicht so selten, man erinnere sich nur der in der Natur vorkommenden, so sehr verschiedenen Gestalten des reinen Eisenoxyds. — Ich will noch bemerken, daß sich das braune Wolframoxyd auch sehr leicht durch Rothglühen von Wolframsäure mit weniger, feinertheilter Kohle in einem bedeckten Tiegel darstellen lasse.

Wenn der Wolframsäure einmal fixes Alkali beigemischt ist, so hält es schwer dasselbe ohne große Umwege davon zu trennen, und da sie durch einen geringen Gehalt davon wenig ihr Äußeres verändert, so kann man leicht verleitet werden, solche unreine Säure statt reiner zu Versuchen anzuwenden. Anfangs, wenn ich versuchte durch Wasserstoffgas das braune Oxyd zu bereiten, geschah es mir immer, daß ich dasselbe gar nicht, sondern statt dessen ganz leicht und weit unter der Schmelzhitze des Glases metallisches Wolfram erhielt. Ich fand aber bald, daß demselben immer wolframsaures Alkali beigemengt war, was sich durch Wasser ausziehen ließ, und als ich zu dem Versuche eine Säure anwandte, die in Folge ihrer Bereitungsart kein Alkali halten konnte, so ging die Reduction nie weiter als bis zum braunen Oxyd. Man kann sich übrigens auf die angegebene ~~Man~~ ganz leicht Wolframmetall machen, man muß es aber, um es rein zu erhalten, mit etwas Kalilauge auskochen, damit das ihm beigemengte Alkalifalz weggenommen werde. Es stellt dann ein ziemlich weißes, schweres metallisches Pulver dar, das sich beim Erhitzen an

der Luft leicht entzündet, und zu Wvolframsäure verbrennt, wobei 100 Theile um beinahe 25 an Gewicht zunehmen. — Es geht also hieraus hervor, daß ein geringer Gehalt an fixem Alkali auf eine unbekannte Art dazu beiträgt, daß Wvolframsäure durch Glühen in Wasserstoffgas nicht zu Oxyd, sondern sehr leicht zu Metall reducirt werde. Man erinnert sich hierbei, daß sich auch vorm Löthrohr die Wvolframsäure mit Natron sehr leicht zu Metall reduciren läßt.

Ich will nun eine eigenthümliche Verbindung des Wvolframoxyds mit Natron beschreiben, die eigentlich die Veranlassung zur Mittheilung dieser Notizen ist. — Wenn man neutrales wolframsaures Natron in Wasserstoffgas schmilzt und glüht, so wird es gar nicht verändert, wie lange man auch den Versuch fortsetzen mag. Glüht man aber saures wolframsaures Natron in einem Strome von getrocknetem Wasserstoffgase, so wird die Salzmasse auf ihrer Oberfläche bald kupferroth, und dies pflanzt sich allmählig durch die ganze Masse durch. Beim Erkalten geht diese metallische kupferrothe Farbe in eine goldgelbe über, und bringt man nun die Masse in Wasser, so zieht dieses neutrales wolframsaures Natron aus, und hinterläßt ein schweres krySTALLINISCHES Pulver von goldgelber Farbe und vollem Metallglanze. Man stellt den Versuch am besten in einem Stücke einer Glasröhre an, die in  Mitte zur Kugel ausgeblasen ist, und erhitzt darin das Salz bis zum schwachen Glühen so lange in dem darüber streichenden, durch salzsauren Kalk getrockneten, Wasserstoffgase, bis kein Wasser mehr gebildet wird. Man kocht dann die Masse mit Wasser aus, digerirt das zurückbleibende Pulver mit

concentrirter Salzsäure, da ihm noch saures schwefelsaures Salz innig anhängt, und kocht es zuletzt, wenn man die saure Flüssigkeit abgesehen hat, mit kauftischem Alkali, um die abgeschiedene Wolframsäure aufzulösen, worauf man mit reinem Wasser auswäscht, und trocknet. Das saure wolframsaure Natron bereitet man sich dazu am besten auf die Weise, daß man in schmelzendes neutrales Salz so lange Wolframsäure einträgt, bis die letzten Portionen nicht mehr aufgelöst werden, wozu sehr viel nöthig ist. Man hat dabei den Vortheil, daß man geglühte Säure dazu anwenden kann, die in wässerigem Salze sehr schwer löslich ist. Das geschmolzene saure Salz hat große Neigung beim Erstarren auf der Oberfläche wie Schwefel in langen Nadeln zu krystallisiren.

Die erhaltene Wolframoxyd - Verbindung ist in regelmässigen Cuben krystallisirt, die um so größer und um so leichter mit bloßen Augen zu erkennen sind, je langsamer man die Operation hat gehen lassen. Oft findet man in der reducirten Salzmasse Blasenräume, die mit Salz angefüllt waren, deren Wände man aber mit den brillantesten kleinen Cuben besetzt findet, so wie die Salzmasse durch Wasser weggenommen wird. Diese Verbindung hat vollkommenen Metallglanz, selbst wenn sie mit dem Polirstahle auf Papier gerieben wird; ihre Farbe ist kaum von der des Goldes zu unterscheiden, und wenn man ein aus größeren Kryställchen bestehendes Pulver im Sonnenlichte betrachtet, so ist es von einem Glanze und einer Schönheit, wie man wenige andere Präparate sehen wird. Als feineres Pulver in Wasser aufgerührt und gegen das Sonnenlicht gehalten, ist sie, wie das Gold, mit grü-

ner Farbe durchscheinend. Sie wird von keiner Säure angegriffen, selbst nicht, wenn man sie lange mit dem stärksten Königswasser kocht. Nur concentrirte Flußsäure zersetzt sie und löst sie auf. Von den concentrirten Auflösungen der kauftischen Alkalien wird sie nicht verändert. Aber an der Luft auf einem Platinbleche erhitzt, läuft sie stahlblau auf, geht eine Art von Schmelzung ein, und es bildet sich nach und nach rings um die Probe eine wasserhelle geschmolzene Masse, die beim Erkalten zum weißen Email erstarrt, das sich in Wasser, wiewohl nur sehr schwierig auflöst, und das dann durch Zusatz von Säuren stark getrübt wird. Nie verwandelt sich aber die ganze Masse der angewandten Probe in diese Substanz, sondern in der Mitte bleibt immer ein Kern unveränderter Verbindung zurück. Selbst in Sauerstoffgas geht diese Veränderung nicht vollständiger vor sich, obgleich sie mit einer schwachen Feuererscheinung verbunden ist, sondern auch hier bildet die entstehende schmelzbare Substanz einen Ueberzug, der die Einwirkung des Gases auf die innern Theile verhindert. Im luftleeren Raume läßt sich die Verbindung ohne Schmelzung und Veränderung glühen. Man sieht aus diesem Verhalten leicht ein, daß diese schmelzbare Substanz hier nichts anderes als wolframsaures Natron seyn kann.

Da die kräftigsten Reagentien ohne Wirkung auf diese Verbindung sind, so war ich anfangs in Verlegenheit auf welche Art ich ihre Zusammensetzung bestimmen sollte. Daß sie Natrium und Wolfram hielt, war ausgemacht, ob aber ohne oder mit Sauerstoff schien nicht so leicht zu entscheiden zu seyn. Sie für

eine Legirung von Natrium mit Wolfram zu halten; dagegen sprach ihre Unzersetzbarkeit durch Königswasser, und sie wiederum als eine oxydirte Verbindung zu betrachten, damit stimmte ihr vollkommener Metallglanz sehr wenig überein.

Ich fand dann, daß sich diese Verbindung durch Chlorgas zersetzen lasse, aber auch nur, wenn man sie darin bis zum Glühen erhitzt hat; es wäre auch sonst kein Grund vorhanden, warum sie in Königswasser nicht zersetzt werden sollte. Im Chlorgase erhitzt, tritt eine schwache Verglimmung ein, es sublimirt ziemlich viel Chlorwolfram, von dem unten die Rede seyn soll, und es bleibt eine lauchgrüne Masse zurück, aus der man mit Wasser Chlornatrium ausziehen kann, das durch Verdampfen der Auflösung in Würfeln krySTALLISIRT. Das rückständige grüne Pulver ist ein Gemenge von Wolframsäure und etwas Wolframoxyd. Aber die Wolframsäure beträgt bei weitem mehr als das Chlorwolfram und Wolframoxyd. Aus diesem Verhalten schien also hervorzugehen, daß es eine Sauerstoff haltende Verbindung ist, deren vorher anders vertheilter Sauerstoff durch die Vereinigung des Chlors mit dem Natrium und einem Theile Wolfram an das übrige Wolfram trat, um Säure zu bilden. Ich erhielt genau dasselbe Resultat, als ich vollkommen trocknes Chlorgas anwandte, und Sorge trug, daß vor dem Erhitzen der Verbindung im Gase alle atmosphärische Luft ausgetrieben war, so daß die Entstehung der Wolframsäure weder von Sauerstoff des Wassers, noch der atmosphärischen Luft abzuleiten war.

0,873 Grm. der Verbindung in Chlorgase erhitzt,

lieferten 0,157 Grm. Chlornatrium = 0,089 Natron,
 also = 10,6 Theile in 100 der Verbindung. — In
 einem andern Versuche gaben 0,732 Grm. der Verbin-
 dung 0,122 Grm. Kochsalz, welches nur 8,88 pr. Cent.
 Natron entspricht. Beim Auflösen der entstandnen
 Wolframsäure in Kali blieb indese ein violettes Pulver
 zurück, das wie unzersetzte, nur angelaufene Verbin-
 dung ausah, von welcher unvollständigen Zersetzung
 die Ursache vielleicht der halbgeschmolzene Zustand
 des Kochsalzes ist, das die weitere Einwirkung des
 Gases verhindert. — Ich versuchte daher die Analyse
 auf eine andere Manier, nämlich durch Schwefel,
 wodurch die Verbindung vollständig in Schwefelmetall
 zersetzt wird. 0,487 Grm. derselben wurden in einem
 kleinen bedeckten Porzellantiegel mit reinem Schwefel
 so lange geglüht, bis aller überschüssige Schwefel ver-
 jagt war. Die entstandene Masse sah wie Schwefel-
 wolfram aus, und wog 0,55. Weder von Wasser
 noch Salzsäure wurde Schwefelnatrium daraus aufge-
 löst. Sie wurde daher so lange mit Königswasser di-
 gerirt, bis sie wie reine Wolframsäure ausah, die
 Flüssigkeit dann verdampft und die Masse geglüht, wo-
 bei Schwefelsäure wegging. Die Wolframsäure wurde
 dann aufs Filter gebracht, das schwefelsaure Natron
 ausgewaschen, und zwar mit Wasser, das durch etwas
 Salzsäure sauer gemacht war, da die Wolframsäure
 darin weniger als in reinem Wasser auflöslich ist. Nach
 dem Trocknen und Glühen wog sie 0,450 Grm. Diese
 Menge entspricht 86,2 Theilen Wolframoxyd in 100
 Th. der Verbindung, der Rest ist also die Menge des
 Natrons = 13,8 Theile. Hieraus scheint hervorzuge-
 hen, daß diese Verbindung bestehe aus:

	Atome		Verfuch
Wolframoxyd	— 4 —	87,81	86,2
Natron	— 1 —	12,19	13,8
		100,00.	100,0.

Man findet leicht, daß der Sauerstoff des Natrons nicht halb so viel beträgt als nöthig wäre um das Wolframoxyd in Säure zu verwandeln, deshalb muß hierzu ein Theil des Sauerstoffs vom Wolframoxyd selbst bei der Einwirkung des Chlors verwandt, also ein entsprechender Antheil Wolfram frei werden, der sich, wie man auch gesehen hat, mit Chlor verbindet. Aus diesen Gründen ist es auch klar, daß die Verbindung das Wolfram nur als Oxyd enthalten kann.

Ich versuchte dieses Wolframoxyd-Natron direct hervorzubringen, und erhitze Wolframoxyd mit wasserfreiem kohlenfauren Natron, ohne Zutritt der Luft. Beim Auflösen der Masse in Wasser blieb ein schwarzes Pulver zurück, das sich wie metallisches Wolfram verhielt, und das Natron enthielt viel Wolframsäure.

Endlich versuchte ich auch eine dem Wolframoxyd-Natron analoge Kali-Verbindung hervorzubringen, und glühte saures wolframsaures Kali in Wasserstoffgas. Die Masse wurde bald grau metallisch, und hinterließ beim Auflösen in Wasser eine fast zinnweiße metallische Substanz, die beim Erhitzen erst mit den Farben des Stahls anlief, sich dann entzündete und zu reiner Wolframsäure verbrannte. In Chlorgas erhitzt, entzündete sie sich ebenfalls und verbrannte ohne Rückstand zu Chlorwolfram, sie war also nichts andere als reines Wolframmetall.

Chlorwolfram.

H. Davy hat zuerst angegeben, daß Wolfram, in Chlorgas erhitzt, darin zu einer weißen Substanz verbrennt, die sich mit Wasser in Wolframsäure und Salzsäure zersetzt; weiter aber scheint hierüber nichts bekannt zu seyn. Ich habe gefunden, daß sich drei verschiedene Verbindungen von Wolfram mit Chlor hervorbringen lassen.

Chlorwolfram im Maximum mit Chlor. Es entsteht immer und fast allein, wenn das schwarzgefärbte oder braungefärbte Wolframoxyd in einem Strome von trockenem Chlorgas erhitzt werden. Bei dem braunen Oxyde geht die Verbindung mit Feuererscheinung vor sich, die Glaskugel, worin es liegt, füllt sich mit dicken gelblichen Dämpfen, die sich zu gelblich-weißen Schuppen condensiren, und endlich ein dickes Sublimat bilden, das dem Ansehen und der Consistenz nach die täuschendste Aehnlichkeit mit der natürlichen Boraxsäure hat. An der Luft verwandelt sich dieses Chlorwolfram, je nach ihrem Gehalte an Feuchtigkeit, schon nach einigen Stunden oder erst nach Tagen in Wolframsäure, während es stechend nach Salzsäure riecht, welches überhaupt immer sein Geruch ist. In Wasser zersetzt es sich schon nach kurzer Zeit, jedoch nicht augenblicklich, in Wolframsäure und Salzsäure. In Ammoniak löst es sich mit Zischen und starker Erhitzung augenblicklich auf. Es ist sehr flüchtig ohne schmelzbar zu seyn, und sein Dampf ist von dunkelgelber Farbe. Wird es über der Weingeistflamme an offner Luft erhitzt, so wird es in dem Augenblicke, wo es gasförmig wird, vom Wasserdampfe der Flamme zersetzt, es entstehen salz-

saure Dämpfe, die abgeschiedene Wolframsäure bildet rasch über der Flamme einen leuchtenden Rauch und fliegt dann in großen, äußerst zarten Flocken wie die Zinkblumen im ganzen Zimmer herum.

Da sich dieses Chlorwolfram mit Wasser gerade in Wolframsäure und Salzsäure zersetzt, so muß es seiner Zusammensetzung nach der Wolframsäure entsprechen, das heißt aus 1 Atom Wolfram und 3 At. Chlor bestehen.

	Atome	
Chlor	— 3 —	85,9
Wolfram	— 1 —	64,1
		<hr/> 100,0

0,166 Grm. Chlorwolfram, in Ammoniak aufgelöst, abgedampft und geglüht, gaben 0,13 Grm. Wolframsäure, welche 62,65 Wolfram in 100 Th. Chlorwolfram entsprechen. Der Versuch konnte schon deshalb kein genaues Resultat geben, weil sich das Chlorwolfram bei jeder Manipulation, die man damit vornehmen muß, immer zersetzt.

Chlorwolfram im Minimum mit Chlor. Es entsteht immer und fast allein, wenn metallisches Wolfram in Chlor erhitzt wird. Das Wolfram entzündet sich dabei, und brennt dann von selbst fort. Bisweilen erscheint dieses Chlorwolfram als dunkelrothe, zarte, wollig zusammengehäuften Nadeln, meist aber als eine dichte geschmolzene dunkelrothe Masse, mit glänzendem Bruche, ungefähr wie schnell sublimirter Zinnober. Es schmilzt leicht und kocht, ehe es sich in Gas verwandelt, das eine noch dunkler rothe Farbe als das der salpetrigen Säure hat. In Wasser fängt es bald an violett zu werden, und nach und nach zersetzt es sich völlig in sehr

schönes violetbraunes Oxyd und in Salzsäure. In kauftischem Kali löst es sich mit Wasserstoffgasentwicklung zu wolframsaurem und salzsaurem Kali auf. Ebenso entwickelt es mit kauftischem Ammoniak sogleich Wasserstoffgas, aber es entsteht dabei noch eine gelbe Auflösung, die sich bei sehr gelindem Erhitzen entfärbt, braun trübt und braunes Oxyd fallen läßt.

Dieses Chlorwolfram entspricht dem Oxyde und bestehet also aus:

	Atome	
Chlor	— 2 —	26,79
Wolfram	— 1 —	73,21.
		<hr/> 100,00.

Das dritte Chlorwolfram, über dessen Zusammensetzung ich weder Versuche anstellte, noch eine Vermuthung äußern will, entsteht gewöhnlich, wiewohl in geringer Quantität, mit dem im Maximum. Die größte Quantität davon erhielt ich aber, als ich Schwefelwolfram in Chlorgas erhitze. Es ist das Schönste von allen. Es bildet dunkelrothe durchsichtige Nadeln, die oft von der einen Wand der Glaskugel zur andern reichen. Oft fällt ein Gewebe solcher Nadeln die ganze Kugel aus, obgleich die eigentliche Menge im Ganzen sehr geringe ist. Es ist äußerst leicht schmelzbar, und krystallisirt beim Erstarren in langen, sich an das Glas legenden rothen Kry stallen. Es ist viel flüchtiger als das vorige, sein Dampf ist so roth wie der der salpetrigen Säure. An der Luft zersetzt es sich fast augenblicklich in Wolframsäure und Salzsäure. Wirft man es in Wasser, so schwillt es auf, wie sich löschender Kalk, es entsteht, wie bei diesem, ein kochendes Geräusch und Wärme, und gleich darauf ist es völlig in Wolframsäure verwandelt.

II.

Zusammenstellung der Eigenschaften der strahlenden Wärme

von

Herrn FOURIER *).

Wir vereinigen in dieser Abhandlung die Lehrrätze über das Gleichgewicht der strahlenden Wärme, um die Aufmerksamkeit auf diesen neuen Zweig der mathematischen Physik hinzulenken, und indem wir die gegenwärtigen Grenzen des letztern bezeichnen, wollen wir zugleich die Untersuchungen andeuten, welche zu seiner Vervollkommenung dienen könnten.

I.

Jedes Oberflächenelement eines erhitzten Körpers ist der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen, die sich nach verschiedenen Richtungen des Raumes ausbreiten. Diefes Element läßt sich als eine unendlich kleine Scheibe betrachten, die Cylindern zur Basis dient, welche alle mögliche Richtungen besitzen und von denen jeder eine Unzahl paralleler Strahlen einschließt.

Die folcher Gestalt durch das Flächenelement in den äußeren Raum gesandte strahlende Wärme

*) Annal. de Chim. et Phys. XXVII. 236.

besteht aus zwei sehr verschiedenen Theilen; der eine von ihnen kommt aus dem Innern der Masse, zu welcher die Fläche ω gehört; der andere ist der, welchen dieselbe Fläche ω von umgebenden Körpern erhalten hat und reflectirt. Die Kräfte, welche die Wärme, mit der die Körper durchdrungen sind, nach Außen treibt, oder die, welche einen Theil der auf die Oberfläche fallenen Strahlen zurückwirft, kennen wir nicht, aber wir beobachten die Wirkungen dieser Kräfte und sie sind es, welche den Gegenstand unserer mathematischen Untersuchungen ausmachen.

Die von umgebenden Körpern auf das Flächenelement ω einfallende Wärme theilt sich in zwei Theile, von denen einer in die Masse M eindringt, der andere aber in den äußeren Raum zurückgeworfen wird, unter gleichem Winkel, unter welchem er einfiel. Die Strahlen, welche den Körper M hinauszuwerfen trachtet, erleiden eine ähnliche Einwirkung, nämlich eine Art von innerer Reflexion. Ein Theil derselben, welcher von den der Oberfläche zunächst liegenden Molekülen des Körpers M ausgestoßen wird und zum Element ω unter einem gewissen Winkel gelangt, setzt seinen Weg nach gerader Richtung in den umgebenden Raum fort. Dieses ist die eigentliche Ausstrahlung. Ein anderer Theil der Wärme, welche zum Körper hinausstrebt, geht nicht über das Element ω hinaus, sondern kehrt in die Masse zurück.

Die eigenen von dem Körper M ausgesandten und das Element ω durchdringenden Strahlen vereinigen sich mit denjenigen, welche das Flächenelement von Außen erhält und reflectirt. Die totale Menge der strahlenden Wärme, welche ω entströmt, besteht also

aus zwei Gattungen von Strahlen, aus direct ausgestrahlten und aus reflectirten, so wie es klar ist, daß die von äußeren Körpern herrührenden und von ω reflectirten Strahlen ebenfalls aus directer und reflectirter Wärme bestehen; wir betrachten aber diese Strahlen nicht an der Oberfläche der Körper, welche sie ausenden, sondern an der des Körpers M , in welche sie eindringen oder von welcher sie reflectirt werden.

II.

Mehrere Versuche lassen glauben, daß die Menge der strahlenden Wärme, welche ein Flächenelement ω in einer gegebenen Richtung ausendet, um so geringer ist, als diese Richtung einen kleineren Winkel mit der Fläche ω bildet, und daß sie proportional ist dem Sinus dieser Neigung. Wir werden zeigen, wie die Theorie diese Folgerung erklärt und beweist. Ein mit den Lehrsätzen der Geometrie und Statik analoger Satz läßt sich auf experimentalen Wege erweisen, aber er erfordert einen theoretischen Beweis, welcher die von der Schwierigkeit der Maaße und den unvermeidlichen Fehlern der Beobachtungen herrührenden Zweifel hebt.

Zuvor ist es nöthig das Maaß zu bezeichnen, durch welche eine von dem nämlichen Flächenelement nach jeder Richtung in den Raum gesandten Wärmemenge genau gemessen werden kann. Zu diesem Zwecke denke man sich die parallelen Strahlen, welche einen der schiefen Cylinder bilden, deren Basis die Scheibe ω ist, und gegen diese um den Winkel

neigen. Diese unaufhörlich erneuerten Strahlen würden ein, in beliebiger Entfernung von ω und senkrecht auf der Axe des Cylinders angebrachtes Diaphragma durchdringen, und man sieht, daß dieser Vorgang während einer gewissen als Einheit angenommenen Zeit, fortdauernd Statt findet. Könnte man sämtliche Wärme, welche auf diese Art in der Zeiteinheit das Diaphragma des Cylinders durchdringt, sammeln, und bestimmen wie viel Eis sie schmelzt, so würde diese Eismenge in Zahlen der Gewichtseinheit ausgedrückt seyn, und diese Zahl ist es, welche wir als genaues Maass der totalen, in einem schiefen Cylinder enthaltenen Wärmemenge annehmen. Auf diese Art kann man die Wärmemengen, welche das nämliche Element nach verschiedenen Richtungen ausendet, mit einander vergleichen. Diese Definition ist sehr geeignet, die Aufgaben zu verdeutlichen und reicht hin sie einigermaßen zu lösen; es ist indess nöthig, diese Auflösung auf einen positiven Beweis zu stützen. Wir haben sie aus der sehr allgemeinen und durch die gewöhnlichen Beobachtungen gegebenen Thatfache, des Gleichgewichtes der Wärme unter den am nämlichen Orte befindlichen Körpern abgeleitet.

III.

Man denke sich ein verschließbares, aus einer festen Masse bestehendes Gefäß, das von äußeren Ursachen in allen seinen Punkten auf die constante Temperatur C erhalten wird, und bringe in dieses mehrere Körper, die unter sich an Gestalt, Größe, Stoffbeschaffenheit und Oberflächenzustand verschieden sind. Die Temperaturen streben zufolge des Prin-

cipes der Mittheilung der Wärme immerfort dahin, sich zwischen diesen Körpern ins Gleichgewicht zu setzen. Denn 2 Molekel, deren Temperatur zuvor verschieden war, üben diesem Principe gemäß eine solche Wirkung auf einander aus, daß der weniger erhitzte von dem andern einen Theil der überschüssigen Wärme bekommt, und diese mitgetheilte Wärme hört beständig damit auf, genau der Temperaturdifferenz proportional zu seyn. Es folgt aus dieser beständigen Theilung und der constanten Temperatur des Gefäßes, daß alle in letzterem enthaltenen Körper, unaufhörlich dahin streben, die nämliche Temperatur zu erhalten.

Wäre die constante, allen Punkten des Gefäßes gemeinsame Temperatur C , auch den eingeschlossenen Körpern M , N , P , vorher ertheilt worden, so würde keine Veränderung eintreten und jeder Körper seine ursprüngliche Temperatur behalten. Wenn aber ein oder mehrere dieser Körper, bei ihrer Hineinbringung in das Gefäß eine niedere Temperatur als C gehabt hätten, so würden sie sich in diesem allmählig erwärmen, und nach einer gewissen Zeit eine wenig von C verschiedene Temperatur erreichen: Diese Differenz nimmt immerfort ab und wird kleiner, als jede gegebene GröÙe. Derselbe Vorgang findet Statt, wenn die Anfangstemperatur der Körper M , N , P , größer war, als die der Umgebung, und wird auch nicht durch die Oberflächenbeschaffenheit des Gefäßes abgeändert, es reicht hin, daß alle Punkte eine gemeinschaftliche und beständige Temperatur besitzen. Eben so ist diese Thatsache unabhängig von der Natur, der Gestalt und dem Aggregatzustand der Körper M , N , P . Die

Wärmemenge aber, welche diese Körper durchdringt und die Zeit, um sie zu erlangen, ist nach der Natur der Stoffe sehr verschieden; ihre Endtemperatur ist jedoch stets die nämliche und zwar die der Umgebung. Diese Betrachtung über das Gleichgewicht der Temperaturen in einem geschlossenen Gefäße ist das wahre Fundament der mathematischen Theorie von der strahlenden Wärme, und entspringt, wie wir gesagt haben, aus der Mittheilung der Wärme, als der allgemeinsten und beständigsten Thatsache, welche man in dieser Klasse von Erscheinungen beobachtet hat.

IV.

Es ist jetzt zu zeigen, wie diese Kenntniß vom Gleichgewichte zur Bestimmung des Gesetzes der Strahlung dienen kann. Jeder unendliche kleine Theil der Oberfläche eines erhitzten Körpers ist der Mittelpunkt einer mit strahlender Wärme erfüllten Halbkugel. Alle Elemente der hemisphärischen Fläche (deren Radius gleich eines gesetzt ist), werden in gleichen Zeiten von Wärmemengen durchdrungen, die man keinesweges, als überall gleich voraussetzen kann. Es handelt sich nun darum das Gesetz zu finden, nach welchem die Wärme auf der Halbkugelfläche vertheilt ist.

Zu dem Ende betrachte man wieder ein Gefäß, welches von allen Seiten durch Flächen von gegebener Form begrenzt ist, und überall eine constante Temperatur besitzt. Man denke sich im Innern des Gefäßes, z. B. im Mittelpunkt einer Kugelfläche, ein unendlich kleines kugelförmiges Theilchen und nehme sich vor, die von diesem zu erreichende Temperatur

zu bestimmen. Diese Endtemperatur ist eine solche, bei welcher das Molekel genau dieselbe Wärmemenge an das Gefäß abtritt, als es von diesem erhält; denn wären diese Mengen sich nicht gleich, so würde das Molekel offenbar seine Temperatur verändern. Auf diesem Grundsätze beruht die Rechnung. Wir nehmen an, daß man nicht wisse, ob die von einem Elemente ω des Gefäßes ausgesandten Strahlen, um so weniger Wärme enthalten, als sie mehr gegen ω geneigt sind und welches das Gesetz der Abnahme sey, d.h. welche Wärmemenge ein Cylinder enthält, dessen Basis ω mit der Axe den gegebenen Winkel φ bildet. Man betrachte also diese in jedem Strahle enthaltene Wärmemenge, als eine unbestimmte Funktion des Sinus vom Winkel φ und wird als dann leicht nach den Regeln der Integralrechnung, den Ausdruck für die Endtemperatur α des Molekels erhalten. Dieser Ausdruck enthält die unbestimmte Funktion f ($\sin \varphi$). Man sucht alsdann die Natur dieser Funktion zu bestimmen, indem man den Werth von α mit dem der gemeinschaftlichen Temperatur des Gefäßes vergleicht.

V.

Berechnungen dieser Art haben uns bewiesen, wie es schon die Beobachtungen gezeigt hatten, daß die totale Menge an strahlender Wärme, welche irgend ein Element des geschlossenen Gefäßes ausendet, proportional ist dem Sinus der Neigung. Wir hatten z. B. ein sphärisches Gefäß angenommen und das Molekel im Mittelpunkt desselben gesetzt, oder auch den Raum statt des Gefäßes durch zwei parallele Ebenen von unendlicher Ausdehnung begrenzt: auch haben

wir dem Gefäße die Gestalt einer cykindsrischen Fläche beigelegt, die an beiden Enden durch Kreisflächen geschlossen ist. Sowohl für diese verschiedenen Fälle, als auch für alle, welche wir sonst der Rechnung unterwerfen, findet man, daß wenn die von dem Scheibchen ω ausgesandte Wärmemenge, nach allen Richtungen gleich wäre, die alsdann eintretenden Erscheinungen den beobachteten gänzlich widersprechen würden. Die vom Molekel erlangte Temperatur würde mit seiner Lage im Raume veränderlich seyn.

Man würde in einer auf der Siedhitze erhaltenen Gefäße die Frosttemperatur finden, und umgekehrt die des schmelzenden Eisens in einer Umgebung von Eis antreffen. Wenn hingegen die von jedem Elemente ausgesandte Wärme proportional ist dem Sinus der Neigung, so giebt es in dem innern Raum keinen Punkt, in welchem nicht ein Molekel die Temperatur des Gefäßes annähme. (Die Rechnungen darüber finden sich im 5. Bande der *Nouv. Mem. de l'acad. roy.* und dem 4. Bd. der *Annal. de Chem. et Phys.*)

VI.

Es ist leicht diese Folgerungen zu verallgemeinern und zu beweisen, daß wenn die Wärmemenge in einem Strahle proportional ist, dem Sinus der Neigung dieses Strahles mit dem Element, welches denselben aussendet, die Endtemperatur eines Körpers in dem geschlossenen Gefäße, keinesweges von der Form des Gefäßes abhängt und stets mit der der Umgebung gleich ist. Diese Resultat findet immer Statt, welche Stelle die Körper einnehmen und wie groß auch ihre Zahl und Ausdehnung seyn mag. Jedes unendlich kleine

Oberflächenelement dieser Körper, oder dieses Gefäßes, ist die gemeinschaftliche Basis einer Unzahl von Strahlen, welche sich vom Mittelpunkt entfernen und eine mit Wärme erfüllte Halbkugel bilden. Das nämliche Element empfängt, nach den verschiedenen Richtungen eine eben so große Anzahl von Strahlen, als es ausandte und die folglich ebenfalls Wärmemengen, proportional mit dem Sinus des Neigungswinkel, zuführen.

Vor allem ist es nöthig zu bemerken, 1) daß die hier entwickelte mathematische Folgerung, dem Falle des Gleichgewichtes zukommt, d. h. demjenigen, in welchem alle Theile des Gefäßes eine gemeinschaftliche Temperatur besitzen. In diesem Falle ist es bewiesen, daß die Wärmemengen, welche das nämliche Element nach verschiedenen Richtungen ausfendet, proportional ist dem Sinus der Neigung; 2) daß diese von der Fläche ω ausgesandte Wärmemenge nicht bloß durch directe Ausstrahlung, sondern auch von der durch dieses Element geschehenen Zurückstrahlung erzeugt wird. Mithin drückt der vorhergehende Satz das Gesetz der totalen Wärmeausfendung, oder das der Strahlung aus, und nicht das Gesetz der unmittelbaren Ausfendung, welches man als sehr verschieden von dem vorhergehenden annehmen kann.

VII.

Die Folgerungen, welche man aus dem Gesetze der Proportionalität der, von einem Flächenelemente ausgesandten, Wärmemenge mit den Sinus der Neigung ableiten kann, sind nachstehende:

1) Wenn das genannte Gesetz Statt findet, so ist unter der strahlenden Wärme, von einem Elemente zum andern, Gleichgewicht vorhanden, d. h. wenn man zwei unendlich kleine Elemente ω , ω' , für sich betrachtet, gleichviel ob sie dem Gefäße, oder den darin enthaltenen Massen angehören, so empfängt das eine genau eben soviel von dem andern, als es diesem wiederum zuschickt. Diese Eigenschaft kann nur mit dem erwähnten Gesetze übereinstimmen. Das Gleichgewicht von Element zu Element wird aus keinem andern Gesetze hervorgehen; es setzt nothwendig voraus; daß die ausgesandte oder empfangene Wärme proportional ist dem Sinus des Winkels, welchen der Strahl mit der Fläche bildet.

2) Wenn man für eine in dem innern Raume befindliche unendlich kleine Kugel berechnet, wie viel Wärme dieselbe von den Theilen des Gefäßes, oder den übrigen Körpern empfängt, so findet man eine constante Größe, die nicht von der Lage dieser kleinen Kugel, oder der Gestalt des Gefäßes abhängt. Jeder Punkt des Raumes, ist der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen von gleicher Intensität, welche in allen Richtungen anlangen und abgehen.

3) Die Wärmemenge, welche, für den Fall des Gleichgewichtes, eine Fläche von beliebiger Gestalt und von überall gleicher Temperatur, nach einem Punkte des Raumes ausendet, ist leicht zu messen. Man muß diesen Punkt, als den Scheitel eines Kegels betrachten, der die gegebene Fläche einhüllt, und mit dem gleich eins gesetzten Radius eine Halbkugelfläche beschreiben, deren Mittelpunkt ebenfalls in diesem Punkte liegt. Der Theil der Halbkugelfläche, welche

in jenem Kegel begriffen ist, d. h. die Capacität' oder Oeffnung des Kegels misst die fortgesandte Wärme. Wir haben von dieser Construction in einem Aufsatze, betitelt: Aufgabe über die physikalische Theorie der strahlenden Wärme, (Annal. de Chim. et Phys. VI. p. 259.) Gebrauch gemacht. *)

*) Hier in gedrängter Kürze einen Auszug jener Abhandlung, der zur Verständigung der gegenwärtigen gewiß nicht überflüssig ist. P.

1) Wenn ein Molekel μ , im Inneren eines geschlossenen, luftleeren Gefäßes befindlich, von den Wänden des letzteren bestrahlt wird und die Theile aa , bb etc., ungleiche Temperaturen besitzen, (Fig. 1) so misst man die Wärme welche μ empfängt, dadurch, daß man die Temperatur a eines jeden Theiles, mit der Capacität α der Kegelfläche $\alpha\mu a$ multiplicirt. Capacität heist hier der Theil einer, aus μ , mit dem Radius $= 1$ beschriebenen Kugelfläche, welchen der Kegel $\alpha\mu a$ aufhängt. Die totale Wärmemenge, welche μ erhält, ist, diesem nach, gleich der Summe analoger Produkte $= \alpha a + b\beta + \dots$

2) Ein unendlich kleines, in μ befindliches und feste Temperatur erlangt habendes Thermometer, würde von einer zwischen gestellten Fläche $a'a'$, (Fig. 2.) die gleiche Temperatur mit aa besitzt, eben so viel Wärme als von dieser bekommen und in seiner Temperatur nicht geändert werden. Wäre $a'a'$ aber wärmer oder kälter, als aa , so wird die Temperatur von μ sich heben oder senken, denn der Faktor, welcher die hier zwar unverändert gebliebene Capacität des Kegels multiplicirt, ändert sich mit der Temperatur.

3) Wenn die zwischen gestellte Fläche rr , (Fig. 3.) die erhaltene Wärme völlig zu reflectiren vermag, so findet man die Wärmemenge, welche diese nach μ sendet, dadurch, daß man die, den Spiegel umhüllende, Capacität des Kegels multiplicirt mit der Temperatur b , der Fläche bb , deren Wärme auf μ reflectirt wird. Man kann also rr als nicht vorhanden

Für den Fall des Gleichgewichtes ist diese Folgerung in aller Strenge wahr. Haben die Flächen ungleiche, aber wenig von einander unterschiedene Temperaturen und sind die Einfallswinkel nicht sehr klein, so kann man ebenfalls noch von dieser Construction Gebrauch machen, wenn man die Wirkung jeder

betrachten und der von diesem Spiegel verdeckten Fläche aa , die Temperatur b zuschreiben. Wenn rr die Wärme völlig reflectirt, so wirkt es auf μ eben so, als wenn es keine eigenthümliche Wärme besitzt. Mitteltst der Reflexion ist die Temperatur b des Flächentheiles bb nach dem Spiegel rr , oder was gleich ist, nach der von diesem verdeckten Fläche aa , verpflanzt.

4) Ist die Temperatur des Stückes bb der Fläche nicht überall dieselbe, so gilt das Vorgehende nur von einem unendlich kleinen Theilchen $\beta\beta$, dessen Temperatur als überall dieselbe zu betrachten ist. Die Wärme von $\beta\beta$ fängt qq auf und ist β die Temperatur von $\beta\beta$, so giebt β mal der Capacität des Kegels $\beta\mu\beta$, die Wirkung von $\beta\beta$ auf μ (Fig. 4.).

5) Wenn man unter den früheren Bedingungen, zwischen μ und den Wänden des Gefäßes, eine Platte bb setzt, (Fig. 5.) deren Temperatur b geringer ist, als a , die des Gefäßes, so fällt das Thermometer, und zwar da die Platte bb die Fläche aa ersetzt, eben so als wenn letztere die Temperatur b erhielt. Stellt man überdies einen Hohlspiegel rr auf, der fähig ist die von bb empfangenen Strahlen auf μ zu senden, so fällt das Thermometer von Neuem. Der Spiegel rr fängt nämlich die von RR ausgestrahlte Wärme auf und ersetzt sie durch eine Menge, die gleich ist der Capacität des Kegels $r\mu r$, multiplicirt mit der Temperatur b der Fläche $b'b'$, deren Strahlen von rr reflectirt werden. Die Wirkung des Spiegels verpflanzt die Temperatur b der Platte bb nach seiner eignen Oberfläche, oder was dasselbe ist, nach der Fläche RR , deren Strahlen von rr aufgefangen werden.

Fläche für sich betrachtet. Man erklärt hierdurch mehrere merkwürdige Erscheinungen, z. B. die scheinbare Reflexion der Kälte.

4) Denkt man sich innerhalb des vom Gefäße umschlossenen Raumes auf beliebige Art eine Fläche beschrieben, bezeichnet mit ω das Element dieser inmaterialen Fläche und betrachtet die Wärmemenge, welche letzteres nach allen Richtungen durchdringen, so sieht man, daß das Strahlungsgesetz in Bezug auf dieses Element beobachtet ist, so daß die Cylinder,

6) Wenn man statt der Platte bb einen zweiten Hohlspiegel qq in das Gefäß bringt, (Fig. 6.) zugleich mit einem Körper m , dessen Temperatur b niedriger ist, als a , die gemeinschaftliche Temperatur des Gefäßes und des Thermometers μ ; so fällt das letztere und man findet die Größe des Fallens, wenn man die Capacität des Kegels $r\mu r$ mit der Temperatur des Körpers multiplicirt, von dem rr die Wärme auf μ reflectirt. Hier ist diese Temperatur offenbar die des Körpers m , welche zunächst von qq aufgefangen und darauf nach rr reflectirt wird; und da der Spiegel rr die Stelle der Fläche RR vertritt, so sieht man, daß die unmittelbare Wirkung des letzteren zur Wirkung des Spiegels rr sich verhält, wie die Wirkungen der Temperaturen a und b . Man erhält einen genauen Werth der Temperaturerniedrigung von μ , wenn man nach diesem Principe die Wirkung aller Theile des umgebenden Gefäßes berechnet. Die Rechnung bleibt sich gleich, wenn auch m ursprünglich wärmer war als μ .

Das Vorgehende setzte μ als unendlich klein voraus, hat dieses aber eine wirkliche Größe, so muß man die verschiedenen Punkte der Oberfläche desselben besonders berechnen.

Der Verfasser gedenkt zuletzt noch der Verdienste, die sich in diesem Theile der Wärmelehre, Pictet, Prevot, Leslie, und Rumford, durch ihre experimentellen Versuche erworben haben.

welchen letzteres zur Basis dient, Wärmemengen enthalten, die proportional sind dem Sinus der Winkel in welchen die Axen der Cylinder gegen diese Basis neigen. Der Vorgang ist der nämliche, als wenn das Element ω zur Fläche eines der Körper gehörte, die die Endtemperatur besitzen. Wenn man also einen der Körper M, N, P , aus dem innern Raume fort nimmt, so wird die Strahlung, welche an jedem Oberflächenelemente dieses Körpers Statt fand, noch fortfahren zu bestehen, an der Fläche welche das von ihm eingenommene Volumen begränzt.

Die so eben beschriebene gleichmäßige Vertheilung ist es, im eigentlichen Sinne, welche das Gleichgewicht der strahlenden Wärme ausmacht und die Temperatur des inneren Raumes bestimmt. Theilte man diesen Raum in gleiche Theile und könnte man die Wärme eines jeden derselben, für einen bestimmten Zeitpunkt sammeln, so würde man gleiche Mengen finden und ihr gemeinschaftlicher Werth, der nämliche für jeden andern Augenblick seyn.

Ogleich die Wärme sich nicht mit den luftförmigen Stoffen vergleichen läßt, so muß hier doch bemerkt werden, daß sie eine diesen Stoffen analoge statische Eigenschaft besitzt. Die Dichtigkeit und folglich die Repulsivkraft, welche aus der Wirkung der Wärme entspringt, ist nämlich in allen Theilen des Raumes, wo Gleichgewicht vorhanden ist, dieselbe. Wenn diese gleichmäßige Vertheilung eingetreten ist, so giebt es keine Ursache, durch welche die Temperaturen verändert werden könnten.

VIII.

Nachdem die erwähnten Lehrsätze bewiesen waren, wünschten wir auch die physische Ursache kennen zu lernen, aus welcher sie entspringen. Hier die Erfolge dieser Untersuchung; das Zurückwerfungsvermögen ist bei derselben zuvor als Null angenommen, später werden wir auch diese Eigenschaft betrachten:

Wenn die Wärme, von welcher ein Körper durchdrungen ist, zur Oberfläche entweicht und sich in den umgebenden Raum begiebt, so ist es gewiss, daß die ausgesandten Strahlen nicht bloß von der Oberfläche kommen. Die nahe unter der Oberfläche liegenden Punkte tragen offenbar zu dieser Ausstrahlung bei. Wir bemerken hier, daß wir in der Theorie, deren Elemente hier auseinander gesetzt werden, die Temperaturen nur innerhalb der Gränzen betrachten, in welchen sie die Naturerscheinungen auf der Erdoberfläche bedingen. Für undurchsichtige Körper und für dieses Temperaturenintervall sind es nur die in einer ungemein geringen Tiefe liegenden Punkte, deren ausgestrahlte Wärme direct zur Oberfläche gelangen kann. Es ist klar, daß in geneigten Richtungen das Gesamtprodukt der Ausstrahlung geringer seyn muß, weil die ausgesandten Strahlen einen größeren Weg durch die feste Masse zurückzulegen haben und folglich von ihnen eine größere Menge aufgefangen wird. Um diesen letzten Vorgang mit Schärfe zu bestimmen, denke man sich einen schiefen Cylinder (Fig. 7), der das unendlich kleine Oberflächenelement ω des erhitzten Körpers zur Basis hat, und in das Innere der festen Masse verlängert ist. Wenn man in einem der Basis ω sehr nahe liegenden

Punkt ϵ ein Diaphragma σ senkrecht gegen die Axe des Cylinders annimmt, so wird σ in Richtung der Axe von der Wärme durchdrungen, welche im Cylinder die Molekel mm' , unterhalb ϵ und diesem Punkte am nächsten liegend, in dieser Richtung ausstrahlen. Ein Theil der von diesen Molekeln parallel mit der Axe ausgestrahlten Wärme gelangt nur bis zur Oberfläche ω ; sie wird von den dazwischenliegenden Molekeln aufgefangen und vernichtet. Wenn man zwischen ω und σ in einem gewissen Abstände δ vom ersten Diaphragma, σ , ein zweites σ' senkrecht auf der Axe errichtet, so ist gewiss, daß die Wärme, welche σ' in Richtung der Axe durchdringt, weniger beträgt als die, welche σ durchdringt; d. h. daß die Wärme A , welche in dieser Richtung durch σ hindurchgeht, auf einen geringeren Werth pA zurückgeführt wird, wenn sie in der festen Masse den Zwischenraum δ durchlaufen hat. Sie wird auf $(1-p)A$ verringert, und der Werth dieses Bruches p hängt nach einem gewissen Gesetze von δ ab. Man bestimmt also diese Verhältnisse p durch eine unbestimmte Function des durchlaufenen Raumes δ . Erwägt man, daß alle Molekel der festen Masse, die der Voraussetzung gemäß gleiche Temperatur besitzen, die nämliche Wärmemenge fortzuschicken, und zwar nach allen Richtungen: so kann man den Ausdruck der totalen Wärmemenge bilden, welche durch das Oberflächenelement ω , nach einer bestimmten Richtung, zum Körper hinaustritt. Dieser Ausdruck wird die unbestimmte Function $f(\delta)$ enthalten, welche abgezogen von der Einheit die Wärmemenge bestimmt, die in irgend einem Intervall δ vernichtet ward. Es ist sehr

leicht diese Rechnung aufzustellen und die Wärmemengen zu vergleichen, welche durch dasselbe Flächenelement ω nach zwei verschiedenen Richtungen entweichen. Man erkennt alsdann, was leicht vorhergesehen werden kann, daß das Verhältniß dieser Gröößen unabhängig ist von der Function $f(\delta)$, die das Gesetz der Auslöschung bestimmt. Wie auch dieses Gesetz beschaffen seyn mag, das Verhältniß, um welches es sich handelt, ist das der Sinus der Winkel, welche die Cylinderaxen mit dem Elemente bilden. Endlich bietet sich diese Folgerung auch von selbst dar, und läßt sich ohne alle Rechnung beweisen, wie man aus dem Nachstehenden ersieht.

IX.

Man bezeichne durch ω einen unendlich kleinen Kreis auf der Oberfläche des Körpers, führe durch seinen Mittelpunkt und senkrecht auf ihn eine Normale, und bilde im Innern der Masse einen geraden Cylinder, von dem diese Normale die Axe und ω die Grundfläche ist. (Fig. 8.) Aus dem Mittelpunkt von ω beschreibe man mit dem Radius ϵ eine halbe Kugelfläche und verlängere den Cylinder bis zur letzteren, von welcher er einen unendlich kleinen Theil ϵ abschneidet. Eben so errichte man über ω einen schiefen Cylinder, dessen Axe, ins Innere der Masse geführt, mit der Basis ω einen Winkel φ bildet. Dieser Cylinder bis zum Zusammentreffen mit der Kugelfläche verlängert, beschreibt auf dieser einen Schnitt σ . Endlich beschreibe man aus ω mit dem Radius $(\epsilon - \delta)$ eine zweite Halbkugelfläche, welche gleichfalls die beiden Cylinder schneidet, und mit dem ersten den

Schnitt s' , so wie mit dem zweiten den Schnitt σ' bildet. Von dem geraden Cylinder liegt ein Element zwischen den Sectionen s und s' , deren Abstand δ in Bezug auf ε eine unendlich kleine Gröfse ist; von dem schiefen Cylinder hingegen eins zwischen den Sectionen σ und σ' , deren Abstand ebenfalls δ ist.

Jeder innere Punkt m der festen, gleichförmig erwärmten, Masse schickt nach allen Richtungen eine gewisse Wärmemenge A , von welcher ein Theil pA unmittelbar bis zu einem gewissen Abstände ε vom Punkte m gelangt. Der andere Theil $(1-p)A$ wird aufgefangen. Der Bruch p ist um so kleiner, als der in der festen Masse durchlaufene Weg ε länger ist, und dieser Bruch ist Null, wenn der durchlaufene Abstand gleich ist einer unendlich kleinen Gröfse Δ oder diese übertrifft.

Dies vorausgesetzt, so ist es leicht die Wärmemengen mit einander zu vergleichen, welche die beiden Körperelemente der Cylinder bis zur Oberfläche über ω hinaus versenden.

Bezeichnet man mit a die in normaler Richtung durch ein Cylinderelement, von der Basis s und der Höhe δ , ausgesandte Wärme; bezeichnet mit b diejenige, welche in Richtung der schiefen Axé durch das zweite Element, dessen Basis σ ist, ausgesandt wurde, so sieht man, daß die Gröfsen a und b proportional sind dem Volumen der Elemente, und folglich proportional den Grundflächen s und σ , weil diese Elemente gemeinschaftlich die Höhe δ besitzen. Nun folgt aber aus der Construction, daß: $s = \sigma \sin \varphi$. Denn ist Fig. 9 die Länge eines geraden Cylinders $= 1$ und seine Basis s , theilt man diesen Körper durch

eine Ebene σ , welche mit der Axe den Winkel φ bildet, in 2 Theile, und versetzt man diese Theile so, daß die beiden entgegengesetzten Basen s und s zusammenfallen, und die beiden Basen σ und σ parallel sind, so würde man einen schiefen Cylinder bilden, dessen Höhe $\sin \varphi$ ist. Da das Volumen des geraden Cylinders nicht verändert ward, so hat man offenbar die Gleichung: $s = \sigma \sin \varphi$.

Der mit a bezeichnete Theil der Wärme, welcher, nachdem er den Abstand ε durchlaufen hat, ω durchdringt, ist $= pa$, und der Theil der Wärme b , welcher, nachdem er dieselbe Entfernung ε durchlaufen hat, ω unter dem Winkel φ durchdringt, ist $= pb$ oder $pa \sin \varphi$. Mithin verhalten sich die Wärmemengen, welche zu beiden Körperelementen hinaustreten und jenseits ω , bis zur Oberfläche gelangen, wie 1 zu $\sin \varphi$.

Derfelbe Schluß ergibt sich, wenn man in Fig. 8 eine 3te Halbkugel fläche mit dem Radius $\varepsilon - 2\delta$ zieht und die Wärmemengen vergleicht, welche von zwei andern correspondirenden Elementen des geraden und des schiefen Cylinders ausgesandt werden. Man kann auf diese Art die Volumina beider Cylinder in eine Menge Theile theilen, wovon jeder in Bezug auf das ganze Volumen unendlich klein ist; die vorhergehende Folgerung findet auf alle zwischenliegende Elemente eine Anwendung, die man vergleicht. Mithin verhalten sich die totalen Wärmemengen, welche zu jedem Cylinder hinaustreten und das nämliche Element durchdringen, wie 1 zu $\sin \varphi$.

X.

Wenn die Wärme ungehindert durch die Oberfläche des Körpers entwiche, d. h. wenn der Ausfendung keine Kraft entgegenstände, so würde die Strahlung nach dem so eben erwähnten Gesetze vor sich gehen. Es würden durch jedes Oberflächenelement ω nach verschiedenen Richtungen, Wärmemengen hinaustreten, die genau den Sinus der Winkel dieser Richtungen mit ω proportional wären. Dieses folgt, wie man sehen wird, aus nachstehenden beiden Ursachen: 1) jedes Molekel der erhitzten Masse schickt nach allen Richtungen eine gleiche Wärmemenge, und diese Wärmemenge ist die nämliche für alle Molekel, weil letztere, der Voraussetzung nach, sämmtlich gleiche Temperatur besitzen. 2) die der Oberfläche sehr nahe liegenden Molekel sind die einzigen, welche direct einen Theil ihrer Wärme zu dieser Fläche hinaussenden können. Das angezeigte Gesetz ist eine nothwendige Folge dieser gleichen Irradiation und der totalen Erlöschung derjenigen Strahlen, welche in der Masse einen unendlich kleinen Weg Δ zurückgelegt haben. Wenn dieses Intervall Δ , welches die vollständige Auslöschung bedingt, eine endliche GröÙe hätte, so würde zwar das Resultat nicht weniger leicht zu erkennen seyn, aber wir beschäftigen uns hier nicht mit dieser Aufgabe.

Wir haben in den Artikeln VI und VII bewiesen, daß das nämliche Gesetz der Strahlung in einem geschlossenen Raum das Gleichgewicht der Temperaturen bedingt. Wenn also das Reflexionsvermögen als Null angenommen wird, so würde dieses Gleichge-

wicht, zufolge der eben genannten beiden physikalischen Ursachen, nothwendig Statt finden.

Man muß auch bemerken, daß die Bewegung der Wärme im Innern der festen Substanzen, nach denselben Principien bestimmt wird. Es reicht hin anzunehmen, daß jedes Molekel der Mittelpunkt einer Unendlichkeit von Strahlen ist, von denen jeder nach allen Richtungen gleiche Wärmemengen enthält und welche gänzlich verschluckt werden, wenn sie in der undurchsichtigen Masse ein gewisses unwahrnehmbares Intervall λ zurückgelegt haben. Die Intensität, welche für alle zu demselben Punkt hinaustrétenden Strahlen die nämliche ist, wechselt von einem Punkt zum andern und hängt von der Temperatur eines jeden Punktes ab. Diesem nach kann man die Wärmemenge bestimmen, welche ein Körpertheilchen von gegebener Figur empfängt oder verliert und die Differenzialgleichungen bilden, welche die Fortpflanzung der Wärme in den festen Körpern ausdrücken. Mit hin entspringt das Gesetz der freien Strahlung an der Oberfläche der Körper, so wie das der Vertheilung der Wärme im Innern dieser Körper, aus einer überaus einfachen Thatfache, nämlich aus der gleichförmigen Irradiation jedes erhitzten Molekels.

XI.

Wir haben in dem Vorhergehenden eine physikalische Eigenschaft, die sich an der Oberfläche der Körper zeigt, nicht beachtet; diejenige nämlich nicht, daß ein Theil der von umgebenden Körpern ausgesandten Wärme reflectirt wird. Nicht alle Körper besitzen den nämlichen Grad von dieser Fähigkeit die

einfallenden Strahlen zurückzusenden, und diejenigen unter ihnen, bei welchen dies Zurückwerfungsvermögen am vollkommensten ist, bewahren am Längsten ihre eigene Wärme. Alle Beobachtungen kommen darin überein zu zeigen, daß eine nothwendige Beziehung zwischen der Eigenschaft die Wärme auszusenden, und der, sie zurückzuwerfen, vorhanden ist. Die eine wie die andere hängt von dem Zustand der Oberfläche ab, und so wie man bei Veränderung dieses Zustandes das Reflexionsvermögen verringert oder vermehrt, so vermehrt oder vermindert man auch das Vermögen die innere Wärme fortzusenden. Wir bringen hier nicht die allgemein bekannten Thatfachen bei, da sie in jedem Lehrbuche der Physik auseinandergesetzt sind. Unser Hauptgegenstand ist, die Ursache kennen zu lernen, welche das Gesetz der Strahlung in einem geschlossenen Gefäße unterhält, ungeachtet des mehr oder weniger vollkommenen Reflexionsvermögens der innern Flächen dieses Gefäßes oder der in demselben enthaltenen Körper.

Wenn ein geschlossenes, auf unveränderlicher Temperatur erhaltenes Gefäß, verschiedene Körper einschließt, welche die nämliche Temperatur empfangen haben oder sie erst in dem Gefäße erhielten, so findet Gleichgewicht Statt, wie auch die verschiedenen Theile der innern Oberfläche des Gefäßes oder die der Oberfläche der Körper beschaffen seyn mögen. Wir nehmen diese Thatfache an, als durch Beobachtung gegeben; die Aufgabe ist: die physikalischen Eigenschaften deutlich zu bezeichnen, welche sie voraussetzt. Nun haben wir aber so eben bewiesen, daß wenn die

Ausendung der Wärme ungehindert vor sich geht, so daß alle Strahlen, welche aus dem Innern der Masse bis zur Oberfläche gelangen, unmittelbar in den äußern Raum treten, das angezeigte Gesetz sich von selbst aufstellt. Es ist nun zu erklären, warum dieses Gesetz noch fortbesteht, wenn die Fläche die Eigenschaft erlangt, die einfallende Wärme zum Theil zurückzuwerfen und mithin auch die innere Wärme zum Theil zu behalten. Man kann nicht zweifeln, daß nach einer Veränderung im Zustande der Oberfläche, die von einem Elemente ω nach verschiedenen Richtungen ausgesandten Strahlen, nicht noch Wärmemengen enthielten, die proportional seyen den Sinus der Neigung; denn das Gleichgewicht unter den Temperaturen, eine Folge dieses Gesetzes, fährt fort seine Anwendung zu finden. Man muß indess bemerken, daß wenn die Emission aufhört total zu seyn, die Reflexion zugleich aufhört Null zu seyn. Alsdann muß man der eigenen, von den Molekeln ausgesandten Wärme den Theil der einfallenden Wärme hinzufügen, welchen die Flächen reflectiren, und man sieht zuvor, daß es diese Ausgleichung ist, welche das für das Gleichgewicht der Temperaturen nöthige Gesetz der Strahlung aufrecht erhält. Es handelt sich nun darum die mathematische Genauigkeit der Compensation zu beweisen, und zwar dadurch, daß man mit Schärfe die physischen Bedingungen bestimmt, von welchen sie abhängt. Wir haben diesen Beweis im 99. Artikel unserer Abhandlung von 1811 gegeben*).

*) Nouv. Mém. Acad. roy. des Sciences, tom. V.

Er ist leicht und ohne alle Schwierigkeit; man kann ihn nachstehendermaßen darstellen.

XII.

Wenn man zuvor den Fall der freien Emission betrachtet, d. h. den, in welchem die innere Wärme ohne Hinderniß hinaustritt und die einfallende Wärme gänzlich absorbirt wird, so stellt sich, wie aus Artikel VIII. zu ersehen, das das Gleichgewicht der Temperaturen, bedingende Strahlungsgesetz von selbst ein; es besteht in allen Theilen des Raumes, welchen das Gefäß begrenzt. Wenn man hierauf annimmt, daß die Oberflächen des Gefäßes oder der darin befindlichen Körper irgend eine Veränderung erleiden, welche ihnen, bis zu einem gewissen Grade, das Vermögen geben, einen Theil der einfallenden Wärme zu reflectiren, so läßt sich beweisen, daß die Vertheilung der strahlenden Wärme dieselbe bleibt wie zuvor. Das Strahlungsgesetz findet ungestört seine Anwendung, wenn auch diese Zustandsveränderung irgend eines Theiles der Oberfläche, von einer oder mehreren anderen begleitet wird; die von ω nach einer gewissen Richtung ausgesandte Wärme ist beständig eben so groß, wie wenn das Reflexionsvermögen gänzlich fehlte.

Man bezeichne nämlich durch r die Wärmemenge, welche von der unendlich kleinen Scheibe ω in einer bestimmten Richtung ausgesandt würde, wenn, wie zuvor angenommen, die Ausendung vollständig wäre, und es sey φ der Winkel, den diese Richtung mit der Fläche ω macht (Fig. 10). Durch den Punkt m , als Mittelpunkt von ω , errichte man mn normal

auf der Fläche; ziehe eine Gerade mo in der Richtung des betrachteten Strahles und lege eine Ebene durch die beiden Geraden mn und mo ; auch ziehe man in dieser Ebene, auf der andern Seite der Normale eine Gerade m_1 , welche mit ω ebenfalls den Winkel φ bildet.

Wenn die Emission vollständig wäre, so würde das Element ω nach Richtung mo einen Strahl r ausfenden, gleich wie unter der nämlichen Neigung φ , einen zweiten, in der andern Richtung m_1 . Zu gleicher Zeit empfängt dies Element ω einen Strahl r in der Richtung mo und einen andern in der Richtung m_1 (Art. VI). Jeder dieser Strahlen wird frei in die Fläche eindringen und total absorbirt werden, weil das Reflexionsvermögen Null war. Man nehme an, daß zu Anfange einer gegebenen Zeit A in dem Zustande der Fläche ω irgend eine Veränderung vorginge, so daß der nach Richtung mo ausgesandte Strahl vermindert und gleich αr werde, dem Produkt aus r in einen Bruch α . Dieselbe Ursache wird auf den Strahl r wirken, den die Fläche gleichzeitig in der Richtung m_1 empfängt und gänzlich verschlucken würde. Von diesem einfallenden Strahl wird nur ein Theil durch ω verschluckt und das andere reflectirt. Nimmt man an, daß der absorbirte Theil gleich αr sey, wo α den früher erwähnten kleinen Bruch bezeichnet, so wird der von ω reflectirte Theil des Strahles gleich seyn $(1 - \alpha) \cdot r$. Dieser Theil wird dem Strahl αr , welchen ω in derselben Richtung mo ausfendet, hinzugefügt, und folglich ist die totale Wärmemenge, welche das Element ω nach Richtung mo ausfendet, $= \alpha r + (1 - \alpha)r$, wo r derjenigen gleich ist, wel-

che im Fall einer vollständigen Emission ausgesandt würde.

Es giebt auf der Fläche des Gefäßes oder der von diesem eingeschlossenen Körper kein einziges unendlich kleines Element ω , auf welches nicht der nämliche Schluß anwendbar sey. Wenn also ein oder mehrere Theile dieser Flächen zu Anfange derselben Zeit Δ die nämlichen Veränderungen erleiden, so ist klar, daß die nach allen Richtungen ausgesandten Wärmemengen dieselben wie zuvor bleiben.

Folgt der ersten Veränderung eine zweite, so kann man auf dieselbe Art beweisen, daß die in irgend einer Richtung fortgeschickten oder empfangenen Strahlen unverändert bleiben, so daß es unmöglich ist durch eine Zustandsveränderung der Flächen eine Störung in dem Gesetze der Strahlung zu bewirken. Diese Folgerung ist auf den von uns angenommenen Grundsatz gestützt: daß, wenn der ausgesandte Strahl r (welcher die Fläche, im Fall das Reflexionsvermögen Null ist, durchdringt) durch irgend eine Veränderung in der Oberfläche auf αr reducirt wird, der Theil des äußerlich einfallenden Strahles r , welcher durch diese Veränderung absorbirt wird, ebenfalls αr gleich wird.

Die erwähnte Folgerung würde aber nicht Statt finden, wenn das Vermögen Wärme nach einer gewissen Richtung auszusenden, nicht stets dem Vermögen gleich wäre, die in derselben Richtung einfallende Wärme zu absorbiren. Die Vertheilung der strahlenden Wärme in einem geschlossenen Raume wechselt mit dem Zustand der Flächen; nun ist diese Vertheilung stets dieselbe, weil das Gleichgewicht der Temperaturen bei jeglicher Natur der Flächen fortbe-

steht. Mithin beweist die allgemeine Thatsache des Gleichgewichtes der Temperaturen in einem geschlossenen Gefäße, daß bei gleicher Neigung die beiden Vorgänge der Emission und Absorption genau einander gleich sind.

Es folgt nothwendig aus dieser Gleichheit, daß die totale Wärmemenge, welche von irgend einem Elemente ω , einer der Flächen, in jeder Richtung ausgesandt oder reflectirt wird, z. B. in der Linie no , nach erfolgter Veränderung der Fläche die nämliche bleibt wie zuvor. Sie ist stets der Menge gleich, welche ω in dieser Richtung ausenden würde, wenn das Ausendungsvermögen von ω total wäre. Man kann die Wahrheit dieser letzten Behauptung erkennen, wenn man die Wirkung der aufeinander folgenden und unzählige Male wiederholten Reflexionen berechnet, welche der Strahl im Innern des Gefäßes erleidet. Der vorhergehende Beweis, welchen man in meinen Abhandlungen antrifft, macht diese Rechnung gänzlich überflüssig.

Man sieht gegenwärtig, was die physikalische Ursache ist, welche das Gleichgewicht der strahlenden Wärme ungeachtet der Zustandsveränderungen der Flächen erhält. Sie besteht in der nothwendigen Beziehung zwischen dem Vermögen die innere Wärme fortzusenden und die einfallende zurückzuwerfen. Die mathematische Untersuchung der Gleichgewichtsbedingungen bei der strahlenden Wärme lehrt nicht allein die Gesetze dieses Gleichgewichtes kennen, sondern sie zeigt uns auch als deren Ursachen: die gleichförmige Strahlung der erhitzten Molekel; die Auslöschung, welche die Wärme beim Hindurchge-

hen durch undurchsichtige Körper erleidet, und das Vorhandenseyn einer Kraft, welche sich gleichmäßig dem Hinaustritt der inneren Strahlen und dem Eintritt der äußeren Strahlen widersetzt.

XIII.

Bei Gelegenheit des im vorhergehenden Artikel bewiesenen Lehrsatzes, bietet sich eine wichtige Bemerkung dar, ohne welche man sich eine sehr ungenaue Vorstellung von unserer Theorie machen würde. Ein Theil der innern Wärme, welche der Körper hinauszuerwerfen trachtet, wird, wie wir gesagt haben, durch eine an der Oberfläche befindliche Kraft zurückgehalten, und die nämliche oder eine ihr gleichwerthige Kraft bestimmt die Reflexion eines Theils der von umgebenden Körpern ausgesandten Wärme. Bezeichnet man nun mit r die Wärmemenge, welche das Element ω unter dem Winkel φ fortscendet, wenn die Fläche von allem Wärmereflexionsvermögen entblößt wäre, so wird die ausgesandte Wärmemenge beim Vorhandenseyn dieser Kraft nur αr seyn, und der Bruch α ist das Maas des Ausfendungsvermögens. Bezeichnet man nun mit r' die Wärmemenge, welche ω unter der nämlichen Neigung φ empfängt, so wird der Theil der einfallenden Wärme, welcher wirklich in die Masse eindringt, nur $\alpha r'$ seyn. Dieser letzte Bruch α ist gleich dem ersten; aber es folgt nicht, daß der Werth dieses Bruches der nämliche sey für alle Einfallswinkel. Wenn ein von dem ersten verschiedener Strahl auf das Element ω fällt, mit der Fläche einen andern Winkel φ' bildet und dieser die Wärme r' zuführt, so dringt in die Masse

nur der Theil αr ein. Nun nehmen wir keinesweges an, daß der Bruch α nothwendig dem vorhergehenden α gleich sey. Genaue, bei sehr verschiedenen Temperaturen und schiefen Neigungen gemachte Beobachtungen könnten uns allein belehren, ob der Bruch $1 - \alpha$, welcher das Reflexionsvermögen mißt, mit dem Einfallswinkel und der Temperatur veränderlich ist. Wie dem auch seyn mag und auf welche Art man diese experimentelle Aufgabe auch löse, so ist man doch befugt zu schliessen, daß für eine bestimmte Temperatur c und für die nämliche Neigung φ die ausgesandte eigene Wärme, αr ist, wenn der von der einfallenden Wärme r in die Masse eindringende Theil ebenfalls αr ist. In Wahrheit zeigen einige Versuche, daß, wenn die Temperaturveränderungen wenig beträchtlich sind, die Kraft des Zurückhaltens, und folglich auch die des Zurückwerfens, nahe die nämliche bleibt, und diese ereignet sich auch, wenn die Neigungen wenig von einander verschieden und nicht sehr klein sind. Jedoch sind diese Beobachtungen zu ungewiß und zu beschränkt, um einer mathematischen Folgerung als Grundlage dienen zu können.

XIV.

Wir wollen nun die Wirkung der wiederholten Reflexionen betrachten, die in dem Innern eines von allen Seiten geschlossenen, und in allen seinen Theilen gleiche Temperatur besitzenden Gefäßes, vor sich gehen. Diese Aufgabe ward schon von Hrn. Poisson (Annal. de Chim. et Phys. XXVI. p. 225) behandelt; es ist jedoch nicht ohne Nutzen denselben Gegenstand unter verschiedenen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Der Austausch entgegengesetzter Meinungen hat den Vortheil, die Aufmerksamkeit zu befestigen und neue Untersuchungen anzuregen.

Wir nehmen wie zuvor an, daß im Innern eines geschlossenen, luftleeren Gefäßes von constanter Temperatur, sich ein oder mehrere Körper befinden, welche jetzt gemeinschaftliche Temperatur besitzen. Wir setzen auch voraus, daß die verschiedenen Theile der innern Fläche des Gefäßes, oder der von diesem eingeschlossenen Körper, ungleiches Vermögen besitzen die Wärme zu reflectiren. Es handelt sich aladann um die Berechnung der totalen Wärmemengen, welche das Element ω , von einer der Flächen, nach einer gegebenen Richtung ansendet, sey es auf dem Wege der unmittelbaren Ausstrahlung oder auf dem der Zurückwerfung.

Von dem Mittelpunkt m , (Fig. 11) einer unendlich kleinen Scheibe ω , ziehe man zum Punkte o die Gerade m, o , welche mit ω den Winkel φ , macht. Man lege eine Ebene durch die Gerade m, o und die im Punkte m , auf ω , senkrecht stehende Linie. In dieser Ebene und auf anderer Seite der Normale ziehe man durch den Punkt m , eine zweite Gerade $m, 1$, welche mit ω , einen Winkel gleich φ , bildet. Diese Gerade verlängert trifft im Punkte m_2 eine zweite Fläche mit dieser den Winkel φ_2 bildend. Man errichte im Punkte m_2 eine zweite Normale m_2, n_2 auf der Fläche des die Körper einschließenden Gefäßes, und lasse durch diese Normale m_2, n_2 und durch die zweite Gerade $m_2, 1$ eine zweite Ebene gehen. In dieser zweiten Ebene und auf anderer Seite der Normale m_2, n_2 ziehe man eine dritte Gerade $m_2, 2$, welche im Punkte

m_1 mit der Fläche einen Winkel gleich φ_1 bildet, und diese Gerade verlängert trifft eine der Flächen im Punkte m_2 .

So fährt man beständig fort in den Punkten Normale zu errichten, in welchen verlängerte Gerade die Fläche des Gefäßes treffen. Man legt eine Ebene durch eine dieser Geraden und durch die zugehörige Normale, und zieht in dieser Ebene auf anderer Seite der Normale, eine neue Gerade, welche, indem der Reflexionswinkel gleich gemacht wird dem Einfallswinkel, in einem neuen Punkte der Fläche des die Körper umschließenden Gefäßes begegnet. Diese Construction stellt also den Lauf eines Strahles dar, welcher von o , nach Richtung om_1 ausgehend, an den inneren Flächen folgeweise in den Punkten $m_1, m_2, m_3 \dots m_{j-1}, m_j$ zurückgeworfen wird; und umgekehrt schickt einer dieser Punkte, wie m_4 nach Richtung $m_4 m_3$, einen Strahl, welcher folgeweise an den Oberflächen in den Punkten m_3, m_2, m_1 , reflectirt wird, folglich in o nach Richtung $m_1 o$ anlangt. Ebenso verhält es sich mit allen Punkten m_2, m_3, m_j , welche in die gebildete Reihe eintreten. Endlich ist es klar, daß die Linien, welche diese Punkte m, m_1, m_2 vereinigen, im Allgemeinen nicht in einer Ebene liegen; in Fig. 11. sind sie jedoch auf die Ebene der Figur zurückgeführt.

Wendet man die nämliche Construction auf jeden Punkt wie m , des ersten Elementes ω , an, so bildet man ein System von Strahlen, welche sämmtlich von den Punkten o ausgehen, und die, nachdem sie durch $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ etc. von der Fläche des Gefäßes oder der Körper reflectirt sind, ein zweites Element ω_2 auf dieser Fläche

bedecken. Das System der von ω_2 reflectirten Strahlen wird an den Flächen von einem dritten Elemente ω_3 aufgefangen und so fort ins Unbestimmte. Was das erste Element ω_1 betrifft, so ist es unendlich klein angenommen, daß seine Ausdehnung nimmt immerfort ab und wird kleiner als jede gegebene GröÙe.

Man bezeichne mit r die Wärmemenge, welche das Element ω_1 unmittelbar vom Punkte o ausfenden würde, wenn an der Fläche dieses Elementes ω_1 das Reflectionsvermögen Null, oder was gleich ist, das Ausfendungsvermögen total wäre. Man nehme an, daß alle Flächen des Gefäßes und der Körper in demselben, ein gleiches vollständiges Emissionsvermögen beßäßen und daß das Gleichgewicht der Temperaturen gebildet sey, dann ist die Wärme, welche der Punkt m , unter der Neigung φ , zum Punkte o ausfendet, gleich der, welche der Punkt m , unter der nämlichen Neigung φ , zum Punkte m_2 sendet und folglich ist sie auch gleich der Wärme, welche m_2 zu m , in der entgegengesetzten m_2 m_1 ausfendet (Art. 6 und 7.). Jeder Strahl folglich, der von ω_1 ausgeht, und sich gegen den Punkt o richtet, entspricht einem gleichwerthigen Strahl den ω_2 zu ω_1 sendet und zwar unter einer solchen Richtung, daß wenn derselbe von ω_2 reflectirt wird, er zum Punkte o gelangt. Die Summe dieser letzten Strahlen ist also gleich r .

Wenn das Emissionsvermögen von ω_1 nicht vollständig ist, so wirft dieses Element nicht mehr den totalen Strahl r gegen den Punkt o sondern nur αr . Der Bruch α , drückt das Emissionsvermögen von ω_1 für die Neigung φ aus, und wenn die Emission an der Fläche ω_2 nicht vollständig ist, so ist auch die

Summe der Strahlen, welche ω_1 nach α sendet und die, wenn sie im Punkte α angelangt wäre, von α zurückgesendet würde, nicht mehr gleich r , sondern aus gleich $\alpha_2 r$; den Bruch α_2 als Maass des Emissionsvermögens von ω_2 unter dem Winkel φ_2 betrachtet.

Auf gleiche Art beweist man, daß wenn $\omega_1, \omega_2, \omega_3$... die Emissionsvermögen an der Fläche

der Elemente $\omega_1, \omega_2, \omega_3$...

für die Neigungen $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$...

als dann die Grösse $\omega_1 r$ die totale Wärmemenge bezeichnet, welche zum Elemente ω_1 hinaustritt und auf das vorhergehende Element in solchen Richtungen fällt, daß sie durch die Wirkung der folgenreichen Reflexionen, zum Punkte α gelangt.

XV.

Man berechne hierauf die totale Wärmemenge, welche das Element ω_1 , entweder direct oder reflectirt zum Punkte α fortsetzt, und untersuche ob diese Wärme gleichwerthig ist mit r ; denn da die Rechnung dieses Resultat liefert, so wird das Gesetz der Strahlung beobachtet seyn. Ein erster Theil dieser von ω_1 zum Punkte α gesandten totalen Wärmemenge ist derjenige, welcher durch dieses Element aus dem Innern der Masse selbst hinaus tritt. Er ist gleich $\alpha_1 r$ und indem man ihn mit r vergleicht, so sieht man, daß er von diesem um die Grösse $(1 - \alpha_1) r$ verschieden ist. Nun wirft das Element ω_2 auf ω_1 , einen eigenen Wärmestrahle, ausgedrückt durch $\alpha_2 r$, welcher sich, nachdem er von ω_1 reflectirt ist, auf $\alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ reducirt.

Mithin führen die von ω , und ω_2 ausgehenden und auf den Punkt a fallenden Strahlen eine Wärmemenge mit sich, die durch $\alpha_1 r + \alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ ausgedrückt ist. Diese Summe ist keinesweges gleich r ; aber die Differenz, die $(1 - \alpha_1) r$ betrug, wenn man nur den von ω , ausgehenden Strahl in Rechnung zog, ist um die von ω_2 ausgesandte GröÙe $\alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ vermindert. Sie wird $(1 - \alpha_1) r - \alpha_2 (1 - \alpha_1) r$ oder $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$, weil der Factor $(1 - \alpha_1) r$, den beiden mit einander verglichenen Gliedern gemein ist. Ueberdies schießt das Element ω_3 nach ω_2 einen Strahl $\alpha_3 r$; welcher, nachdem er von ω_2 und darauf von ω , reflectirt ist, sich auf $\alpha_3 (1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$ reducirt. Nimmt man mithin Rücksicht auf diesen dritten von ω_3 ausgehenden Strahl, und vergleicht stets die Summe der von dem Punkt a empfangenen Wärmen, mit der GröÙe r , so sieht man, daß die Differenz, welche $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) r$ betrug, noch geringer wird. Sie ist $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) (1 - \alpha_3)$. Im Allgemeinen ist die Summe der Wärmemengen, welche zu einer beliebigen Anzahl von Elementen $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ hinaustreten und mittelst der wiederholten Reflexionen von ω , nach a gelangen, von dem totalen Werth r , um eine GröÙe verschieden, die gleich $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) \dots (1 - \alpha_j) r$ ist; d. h. um das Product dieses totalen Werthes r mit allen den Brüchen, welche nach den folgeweisen Neigungen $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_j$ das Zurückverfungsvermögen derjenigen Flächen messen, zu denen die Wärme hinausgegangen ist. Dieser einzige Satz reicht hin alle Wirkungen der folgeweisen Reflexionen zu erklären.

Man sieht, daß die Berechnung dieser Wirkun-

gen ganz allein aus der Anwendung der gewöhnlichen Regeln der Catoptrik besteht, in Verein mit dem in unserm vorhergehenden Abhandlungen bewiesenen Satze, der genauen Gleichheit des Emissions- und Absorptions - Vermögen, nach einer bestimmten Richtung.

Wenn eine der Zahlen $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i$ der Einheit gleich ist, d. h. wenn eine der Flächen das Reflexionsvermögen Null besitzt, so erhält, daß der vom Punkte o empfangene Strahl vollständig ist, da die Differenz dieses Strahles mit dem totalen Werthe r Null ist. In diesem Falle ist die Zahl der Reflexionen begrenzt.

Wenn aber keine der Flächen ein der Null gleiches Reflexionsvermögen besitzt, so ist das Product $(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2)(1 - \alpha_3) \dots$ aus einer Unzahl von Factoren gebildet, welche das Reflexionsvermögen der Flächen $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots$ unter den Neigungen $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots$ messen. Man wird versichert seyn, daß dies Product Null ist, wenn es eine unendliche Zahl dieser Factoren $(1 - \alpha_1); (1 - \alpha_2) \dots$ etc. giebt, von denen jeder kleiner ist, als eine bestimmte, weniger als Eins. betragende, GröÙe; denn dies Product wird kleiner seyn als eine ganze Potenz Δ^i des Bruches Δ , wie groß auch der Exponent i ist. Man kann demnach beweisen, daß dies Product geringer ist, als jede gegebene GröÙe; was nur in Bezug auf eine der Null gleichen GröÙe bewiesen werden kann. Man nehme nun als eine, sichtbare Folge der Natur aller Körper an, daß das Reflexionsvermögen unter keiner Neigung total werden kann, so daß der größte der Factoren $(1 - \alpha_1);$

$(1 - \alpha_2); (1 - \alpha_3); \dots$ in diesen Fällen eine bestimmte Zahl δ sey, kleiner als Eins. Man schließt daraus mit Gewißheit, daß das Product dieser Factoren Null ist. Mithin ist die Summe der directen oder reflectirten Strahlen, welche ω , zum Punkte o sendet, gleich dem totalen vorher mit r bezeichneten Werth.

Dieser Schluss ist strenge, wenn man annimmt, daß das Reflexionsvermögen niemals Null seyn kann. Denkt man sich aber einen solchen Zustand der Flächen, daß für gewisse Incidenzen, die Reflexion vollständig wäre, so würde das Product der Factoren $(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) (1 - \alpha_3) \dots$ keinesweges Null seyn. Alsdann wird die Summe der von $\omega_1 \omega_2 \omega_3$ ausgesandten und auf o fallenden Wärmemengen nicht r gleich seyn. Es folgt daraus jedoch nicht, wie man sehen wird, daß das Gesetz der totalen Strahlung nicht aufrecht erhalten sey. Es ergibt sich daraus nur eine besondere und rein mathematische Ausnahme, analog derjenigen, welche das nicht stabile Gleichgewicht in den mechanischen Theorien macht. Ehe wir diese Aufgabe untersuchen, wollen wir eine Bemerkung hinzufügen, die sehr geeignet ist, die Wirkung der folgweisen Reflexionen deutlich zu machen.

XVI.

Man nehme an, daß der Punkt o , eine mit r zu bezeichnende Wärmemenge nach ω , sende, und daß dieser totale Strahl folgerweise von den Elementen $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_j$ reflectirt werde. Nach diesen Reflexionen, deren Anzahl bestimmt und gleich j ist, reducirt sich der Werth des Strahles auf:

$$(1 - \alpha_1) (1 - \alpha_2) (1 - \alpha_3) \dots (1 - \alpha_j)$$

Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem im vorhergehenden Artikel, so sieht man, daß die Summe der Strahlen, welche zu $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_j$ hinaustreten, und mittelst der folgeweisen Reflexionen auf den Punkt σ fallen, von dem totalen Werthe r um eine GröÙe abweicht, die genau gleich der eines gleichwerthigen Strahles r ist, welcher von σ ausgehend, an den nämlichen Flächen $\omega_1, \omega_2 \dots \omega_j$ successive Reflexionen erlitten hat. Dieser Satz ist wahr, für jede Anzahl von Reflexionen; er zeigt uns, daß die vom Punkte σ empfangene Wärmemenge, sich in dem Maafse unaufhörlich dem totalen Strahl r nähert, als sie sich aus einer gröÙeren Zahl von Theilen, die zu $\omega_1, \omega_2 \dots \omega_j$ hinaustreten, bildet. Betrachtet man hier nur die physikalischen und meßbaren Resultate; so kann man nicht zweifeln, daß dieser von σ ausgehende Wärmestrahle durch die fortwährenden Reflexionen an den Flächen $\omega_1, \omega_2, \dots \omega_j$ zuletzt gänzlich unmerkbar werde. Dieser stufenweise erlöschende Strahl ist nun jedesmal genau das Complement der Wärmemenge, welche auf entgegengesetztem Wege, sich in ω vereinigt und zum Punkte σ gelangt. Die Summe der Strahlen, welche ω nach diesem Punkte σ sendet, ist also dem vollständigen, mit r bezeichneten, Werthe gleich.

Diesen Lehrsatz aufstellen, heißt mit andern Worten, daß ein Wärmestrahle, der unendlich wiederholte Reflexionen erleidet, stufenweise und gänzlich erlöscht. Man kann auch unmittelbar und ohne alle Rechnung die Identität dieser beiden Sätze erkennen, und dies würde die einfachste Art seyn die Wirkung

der folgeweifen Reflexionen zu beweifen; ich habe jedoch der Rechnung den Vorzug gegeben.

XVII.

Es bleibt nun noch zu betrachten übrig, was sich ereignet, wenn man den Zustand einer Theile der Oberfläche dergestalt verändern könnte, daß für gewisse Einfallswinkel das Zurückwerfungsvermögen total würde. Die Untersuchung dieser Aufgabe führt zu einem merkwürdigen Schluß.

Wenn alle Flächen des Gefäßes und der Körper in demselben mit einem vollständigen Emissionsvermögen begabt wären, so würde die Wärme, welche von den festen, in einer kleinen Tiefe unterhalb der Oberfläche liegenden Molekeln ausgesandt wird, wie im Artikel VIII. bewiesen ist, dem Strahlungsgesetze des Art. VII. unterworfen seyn und das Gleichgewicht der Temperaturen sich von selbst erzeugen. Wenn es errichtet ist, so schickt ein Element ω , nach einer bestimmten Richtung, z. B. unter der Neigung φ , eine Wärmemenge gleich r aus. Wenn jetzt in dem Zustande der Flächen $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ irgend eine Veränderung eintritt, so ist es gewiß, (Art. XII.) daß die von ω , zum Punkte o gesandte Wärmemenge stets gleich r bleibt; aber sie besteht nicht bloß, wie zuvor, aus der Wärme, die zu ω , hinaustritt, sondern aus verschiedenen Theilen. Der erste von ihnen ist derjenige, welcher von ω , im eigentlichen Sinne, ausgestrahlt wird. Ein zweiter Theil besteht aus den Wärmemengen, welche zu $\omega_2, \omega_3, \omega_4, \dots$ hinaustreten, und nach geschehener folgeweifer Reflexion auf ω , anhangen, von welchem sie zum Punkte o übergehen.

Wir haben durch $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ die Brüche bezeichnet, welche das Emissionsvermögen der Flächen $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots$ für die respectiven Neigungen ausdrücken. Will man die Werthe dieser Brüche als gänzlich willkürlich betrachten, so geschieht es in unendlich vielen Fällen, daß die Summe der zu $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots$ hinaustretenden und im Punkte o anlangenden Wärmemengen, nicht gleich r ist. Die Werthe von $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ für welche dieses keinesweges Statt hat, sind leicht zu bezeichnen. Da man indeß im Art. XII. bewiesen findet, daß eine beliebige Zustandsveränderung der Flächen, die totale von ω zum Punkte o gesandte Wärmemenge nicht verändert und dieser Beweis für alle, den Brüchen $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ etwa beigelegten Werthe seine Anwendung findet; so könnte man fragen, wie es geschieht, daß die totale auf den Punkt o übergehende Wärmemenge ebenfalls noch gleich r sey, obgleich die Summe der von $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots$ ausgehenden und im Punkte o anlangenden Wärmemenge, weniger als r beträgt. Um diese Aufgabe mit Klarheit zu lösen, ist zu merken, daß in dem bevorstehenden Falle die totale Wärmemenge, welche der Punkt o empfängt, einen dritten Theil einschließt, nämlich diejenige Wärme, welche im Gefäße bleibt, in welchem sie fortdaurende Reflexionen erleidet. Diese Wärme fügt sich der von den Elementen $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots$ ausgestrahlten hinzu; sie ergänzt die Wärme, welche der Punkt o erhält und macht sie gleich r . Denn läßt man eine solche Beschaffenheitsveränderung der Flächen zu, daß unter gewissen Neigungen ein totales Zurückwerfungsvermögen möglich ist, so räumt man hierdurch auch ein, daß die in dem Gefäße verbrei-

tete Wärme fortdauernd zwischen den betrachteten Elementen umher kreise, weil diese unter den nämlichen Winkeln dem totalen Zurückwertungsvermögen unterworfen ist.

Es ist unnöthig diese Bemerkung weiter zu entwickeln; man kann die Wahrheit derselben erweisen, wenn man dem Gefäße eine bestimmte Form giebt, wie z. B. die einer Kugel oder eines Ellipsoides.

Wenn also die Brüche $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$ den Bedingungen Genüge leisten, welche das unbegranzte Product $(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2)(1 - \alpha_3) \dots$ nothwendig Null machen; so ist die Summe der von ω zum Punkte o gefandten Wärmemengen gleich r , wie früher, vor der Zustandsveränderung der Oberfläche. Wenn es physisch unmöglich wäre, daß die Werthe der Brüche $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ dieses Product Null machten, so könnte es dennoch geschehen, daß die Summe der erhaltenen Wärmen gleich r würde. Es ist mathematisch nicht nöthig, daß das Product aller Factoren Null sey, um das Gesetz der Strahlung nach veränderter Beschaffenheit der Oberfläche aufrecht zu halten.

Sieht man ab von dieser erhaltenen Wärme, so bildet man sich die Idee eines rein rationalen Falles, in welchem die Oberflächen mit einem für gewisse Einfallswinkel vollkommenen Reflexionsvermögen begabt sind, und ein im Innern des Gefäßes befindlicher Körper nicht gleiche Wärmemengen nach allen Richtungen empfängt; dieser Fall ist mathematisch nicht unmöglich, wohl aber ist er es in physikalischer Hinsicht.

Selbst wenn man annimmt, daß das Reflexionsvermögen für gewisse Einfallswinkel Null sey, würde die erhaltene Wärme dennoch die Vertheilung gleich-

förmig machen; und die Menge dieser erhaltenen Wärme, durch welche die Dichte homogen wird, könnte, weil es nur ein einzig mögliches Gleichgewicht giebt, nicht vermehrt oder vermindert werden. Wie dem auch sey, und unabhängig von jeder Betrachtung über die Beständigkeit oder Veränderlichkeit des Reflexionsvermögens, oder die Wirkung unzählig oft wiederholter Reflexionen, ist es streng bewiesen, daß keine mögliche Beschaffenheitsveränderung der Oberfläche weder das Gleichgewicht, noch die totale von jedem Element ausgesandte Wärmemenge abändern kann. Der hier erwähnte Lehrsatz stützt sich auf einen einfachen, von aller Dunkelheit befreiten Beweis, welcher nicht die Berechnung der wiederholten Reflexionen voraussetzt. Man sieht gegenwärtig, weshalb die Beweisform den Vorzug verdient, welche in dem Art. XII. dieser Abhandlung beigebracht ist.

XVIII.

(Der Verfasser widerlegt und berichtigt in diesem Artikel mehrere Punkte der zuvor erwähnten Abhandlung des Hrn. Poisson, die zwar für die Theorie nicht unwichtig sind, hier aber, als nicht unmittelbar dem Zweck der gegenwärtigen Abhandlung angehörend, einer künftigen Berücksichtigung vorbehalten seyn mögen. (P.))

XIX.

Die Sätze, welche in dieser Abhandlung bewiesen wurden, machen die mathematische Theorie der strahlenden Wärme aus; sie entspringen sämmtlich aus der Betrachtung des Gleichgewichtes, welches sich

im Innern eines abgeschlossenen und auf constanter Temperatur gehaltenen Raumes herstellt. Ich habe dieses zuerst in einem Zusatze meiner Abhandlung von 1807 über die Fortpflanzung der Wärme, und hierauf im zweiten Theile meiner Abhandlung von 1811 entwickelt. Die hieher gehörigen experimentellen Untersuchungen wurden in früherer Zeit von Lambert, Pictet, Prevost, Leslie und Rumford, so wie später unter andern von Berard, La Roche, Petit und Dulong vorgenommen; letzteren beiden verdankt man auch eine theoretische Untersuchung.

Dass die Wärmemenge, welche ein unendlich kleines Flächenelement nach verschiedenen Richtungen ausstrahlt, proportional ist dem Sinus des Winkels dieser Richtungen mit dem Flächenelement, hatten schon mehrere Physiker aus Beobachtungen geschlossen. Die mathematische Theorie hat diesen Satz bestätigt und gezeigt, dass er eine nothwendige Folge des Gleichgewichts der Temperaturen in einem von allen Seiten abgeschlossenen Raume ist.

Aus der letzteren Thatfache hat die Analysis das Gesetz der Strahlung abgeleitet, auch hat man durch sie die physikalischen Ursachen aufgefunden, welche dieses Gesetz bestimmen. Nämlich: 1) die Eigenschaft eines jeden Molekels im Innern einer festen Masse, nach allen Seiten Strahlen von gleicher Intensität auszusenden, 2) die allmähliche Auslöschung dieser Strahlen, wenn sie im Innern der Masse ein gewisses unendlich kleines Intervall durchlaufen haben. 3) die Gleichheit an der Oberfläche, zwischen dem Vermögen die innere Wärme nach irgend einer Richtung

auszusenden und dann die äußere, in gleicher Richtung einfallende, zu verschlucken.

Die Frage, ob diese Vermögen Wärme fortzuschicken und sie zu verschlucken, mit der Richtung und der Temperatur veränderlich sey, ist keinesweges durch die Betrachtung des Gleichgewichtes entschieden. Ihre Beantwortung erhält man durch sehr genaue und vielfach abgeänderte Versuche über das Erkalten der Körper in verschlossenen und luftleeren Gefäßen. Jede Beobachtung dieser Art hat den Vortheil, eine Reihe von Thatfachen zu umfassen, die sich auf verschiedene Temperaturen beziehen. Man kann für den gegenwärtigen Zustand unserer physikalischen Kenntnisse nicht behaupten, daß die innere, das nämliche Flächenelement in verschiedenen Richtungen nach Außen durchstreichende Wärme, geradesweges dem Sinus der Neigung proportional sey; wohl ist es aber gewiß, daß für eine und dieselbe Richtung die beiden Vorgänge der Wärmeausendung und Wärmeverschluckung genau einander gleich sind.

Die mathematische Theorie der strahlenden Wärme begreift bis jetzt nur die Statik der Wärme; sie ist viel weniger ausgedehnt, als die der Wärmefortpflanzung in festen Körpern, aber sie hat den Vortheil sehr einfach zu seyn und nur die Elemente der Analysis zu erfordern, während die Gesetze der letzteren durch Differenzialgleichungen ausgedrückt werden.

Aus der dritten der vorher angegebenen Eigenschaften folgt, daß das Gleichgewicht bei der strahlenden Wärme in einem verschlossenen Gefäße durch keine Zustandsveränderung der Oberflächen gestört wird. Die totale Wärmemenge, welche ein Flächen-

element des Gefäßes vor und nach geänderter Beschaffenheit desselben, auf einen Punkt des innern Raumes sendet, ist die nämliche. Die von diesem Punkt erhaltene Wärme besteht 1) aus der, welche zu jenem Flächenelement hinausgesandt, und 2) aus der, welche von jenem zurückgeworfen ward. Man kann in diesem zweiten Vorgange das Erzeugniß einer einmaligen oder beliebig oft wiederholten Reflexion unterscheiden. Es ist leicht die Werthe dieser partiellen Wirkungen auszudrücken und einzusehen, daß ihre Summe gleich ist einem Strahl, der in dem Falle einer völligen Abwesenheit des Reflexionsvermögens, von diesem Elemente ausgesandt wird. Jedoch würde diese Gleichheit nicht Statt finden, wenn das Reflexionsvermögen für gewisse Einfallswinkel total werden könnte. Man darf aber daraus nicht schließen, daß, für diesen Fall, eine Zustandsveränderung der Oberflächen das Gleichgewicht der strahlenden Wärme störe und die Strahlen ungleich mache, welche ein Punkt des Raumes nach verschiedenen Richtungen empfängt; denn die Gleichförmigkeit in der Vertheilung wird durch diejenige Wärme aufrecht erhalten, welche im Innern des Gefäßes den fortdauernden Reflexionen unterworfen ist.

III.

*Untersuchung des in der Gegend von Clausthal
vorkommenden Selenbleyes;*

von den

HH. Hofrathen STROMEYER und HAUSMANN *).

Das untersuchte Erz ist vor einer Reihe von Jahren auf der, zum *Burgstädter* Zuge gehörigen Grube *Lorenz* bei *Clausthal* in Verbindung mit *Braunspath* vorgekommen, und damals schon von dem, um die Kunde der mineralischen Produkte sehr verdienten, Hrn. Bergprobirer *Bauerfachs* beachtet worden. Da es dem Glase eine smalte blaue Farbe ertheilt, so vermuthete derselbe darin einen Kobaltgehalt und belegte es mit dem Namen *Kobaltbleyerz*. Als solches wurde es von dem Hrn. Hofrath *Hausmann* in den *Norddeutschen Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde* III. 120 beschrieben und demnächst im *Handbuche der Mineralogie* I. 185 aufgeführt.

Dieses Erz, von dem die HH. Hofräthe *Stromeyer* und *Hausmann* der K. Societät der Wissenschaften (unter dem 23 Jan. 1825) die mineralogische und chemische Untersuchung übergaben, ward dem letzteren von dem

*) Entlehnt aus den *Gött. gelehrte. Anzeig.* No. 34. 1825, welche dem Herausgeber vom Hrn. Hofr. *Stromeyer* gütigst übersandt wurden.

Hrn. Bergprobirer Bauerfachs mit der Bemerkung zugefandt, daß dasselbe im Feuer einen Gehalt von *Selenium* offenbare. Bei weiteren Versuchen bestätigte sich nicht nur diese Entdeckung, sondern es ergab sich auch durch die von Hrn. Hofrath Stromeyer vorgenommene vollständige Analyse, daß es seinen Hauptbestandtheilen nach *Selenbley* ist, welche Substanz bisher noch nicht im Mineralreiche bekannt war.

Außerlich hat das *Selenbley* die mehrste Ähnlichkeit mit kleinspeisigem Bleyglanz; aber die Farbe zeigt eine bestimmte Verschiedenheit, indem das lichte, frische Bleygran jenes Erzes mehr noch als bei dem Wasserbley in das Blaue sicht. Obgleich der Körper eine deutliche Anlage zur KrySTALLISATION besitzt, so ist es bis jetzt nicht möglich gewesen, die Beschaffenheit derselben zu bestimmen. Die kleinen, höchstens $\frac{1}{4}$ Linie messenden, bald locker zusammengehäuften, bald eingesprengten, krySTALLINISCHEN Theile, scheinen hin und wieder quadratische, auch wohl dreieckige Flächen darzustellen; ob aber die regelmäßige Form mit der des Bleyglanzes übereinstimmt oder nicht, läßt sich vor der Hand nicht entscheiden. Dasselbe gilt vom blättrigen Gefüge. Ein mehrfacher Blätterdurchgang scheint vorhanden zu seyn. Das Erz hat ein krySTALLINISCH-, klein- und feinkörniges Absonderungsansehen, mit metallischem Glanze der nicht sehr glatten, unter der Loupe oft gekörnt erscheinenden Absonderungsflächen. Es ist in etwas höherem Grade weich wie Bleyglanz; milde; etwas abfärbend; gestrichene oder geriebene Stellen sind metallisch glänzend. Das eigenthümliche Gewicht ist nach der Bestimmung des Hrn. Hofr. Stromeyer bei 10,5° C. und

0,740^m Barom. = 7,697. Isolirt gerieben wird es, nach den von dem Hrn. Hofr. Hausmann damit angestellten Versuchen, gleich dem Bleyglanze, negativ elektrisch.

Vor dem Löthrohre auf der Kohle zersetzt sich das Selenbley überaus leicht. Es entwickelt einen starken Geruch nach faulen Rüben und bildet schnell einen braunrothen, leicht wieder zu verblasenden Beschlag. Später erzeugt sich ein gelber Bleyoxyd-Beschlag in der näheren Umgebung des sich zugleich reducirenden Bleyes. Indem die Flamme auf das Erz spielt, zeigt sich an diesem ein hellblauer Schein. Boraxglas erhält durch das Erz eine blasse Smaltefarbe.

Wird dasselbe in einer Glasröhre über einer Spirituslampe erhitzt, so sublimirt sich fast augenblicklich aus demselben Selen, welches die Glasröhre mit seinem eigenthümlichen widrigen Geruch erfüllt, und die Wände derselben mit einem leichten braunroth gefärbten Sublimat bekleidet. Führt man mit dem Erhitzen fort bis zum Glühen der Röhre, so kommt das Erz in Fluß, ohne sich aber weiter merkbar dabei zu verändern. Während des stärkern Glühens der Röhre verliert sich indessen allmählig der anfangs abgesetzte braunrothe Sublimat. Dafür erscheint aber nun ein weißer in Nadeln krySTALLisirter Sublimat, der bei fortgesetztem Erhitzen sich nach und nach vermehrt, und erst beim Erkalten der Glasröhre zeigt sich wieder ein leichter Anflug des ersten braunrothen Sublimats unterhalb dem weißen. Dieser weiße Sublimat zieht aber nach einiger Zeit Feuchtigkeit an, und fängt an etwas zu zerfließen. Derselbe röthet Lackmuspapier sehr stark, und wird durch Schwefel-

Wasserstoffsäure gelb und durch schweflige Säure roth gefärbt. Verhält sich also völlig wie Selenensäure.

So oft das Erz hierauf von neuem wieder erhitzt wird, findet jedesmal eine abermalige Entbindung von Selen und Verbrennung desselben zu Selenensäure wieder Statt.

Salpetersäure von der Stärke des gewöhnlichen einfachen Scheidewassers wirkt auf dieses Bleyerz schon in der Kälte ein, und dasselbe nimmt, wenn es längere Zeit damit in Berührung erhalten wird, eine dunkel zinnoberrothe Farbe an, indem sich das darin enthaltene Selen, während das Bley sich allmählig auflöst, in Substanz abscheidet, und die noch unzersetzte Miner einhüllt. Mit Unterstützung der Wärme löset die Salpetersäure dieses Erz schnell und vollständig auf, wobei sich anfangs Selen in Gestalt rother Flocken abscheidet, die aber bald ihre rothe Farbe verlieren, bräunlich werden, und nach und nach verschwinden. Beim Auflösen größerer Mengen des Erzes vereinigen sich die ausgeschiedenen Selenflocken auch wohl zu einer Masse, die sich als ein bräunlich gefärbter Schaum auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammelt und dieselbe zuweilen gleich einer Oelhaut auf kurze Zeit bedeckt.

Die salpetersaure Auflösung dieses Bleyerzes hat eine blaß röthliche Farbe, welche, wie die mit derselben angestellten Versuche ausweisen, wirklich von einem geringen, schon durch die Löthrohrsversuche in demselben wahrgenommenen, Kobaltgehalte herrührt. Außer Kobalt ist aber in der Auflösung des reinen Erzes kein anderes Metall, als Bley enthalten. Auch ergab die Prüfung desselben mit salpetersaurem

Baryt, daß kein Schwefel in dieser Miner vorkomme. Dagegen gaben schweflige Säure und schwefligsaure Salze, so wie auch Schwefel-Wasserstoffsäure, phosphatige Säure und salzsaures Zinnoxidul einen sehr bedeutenden Selengehalt in derselben zu erkennen, und bestätigten dadurch vollends die schon aus dem zuvor angeführten Verhalten dieses Erzes höchst wahrscheinlich gewordene Meinung, daß dasselbe eine natürliche Verbindung des Selen mit dem Bley sey.

Da das Vorkommen von Kobalt in diesem Erze vermuthen ließ, daß sich dieses Metall vielleicht als Speiskobalt darin befinde, so wurde diese Miner noch besonders auf einen Arsenikgehalt untersucht. Aber weder beim Verblasen desselben vor dem Löthrohre, noch bei der Behandlung der vom Bley und Selen befreiten Auflösung derselben mit Schwefel-Wasserstoffgas, konnte irgend eine Spur von Arsenik darin aufgefunden werden.

Zur Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der Bestandtheile dieses Bleyerzes wurde dasselbe zuerst, da es unmöglich war den damit verwachsenen Braunsparth und Quarz völlig davon zu trennen, mit höchst verdünnter Salpetersäure übergossen, und damit so lange in der Kälte in Berührung erhalten, bis aller demselben beigemengte Braunsparth aufgenommen worden war, welches leicht aus dem Aufhören der während dem Auflösen des Braunsparths Statt findenden lebhaften Effervescenz zu erkennen war, worauf das hinterbliebene Erz, nachdem es durch wiederholtes Abspülen von der ersten Auflösung auf das sorgfältigste getrennt worden war, in mäßig starker Salpetersäure mit Unterstützung der Wärme aufgelöst wurde. Nach

Absonderung des dabei zurückgebliebenen Quarzes wurde nun aus dieser Auflösung zuerst das Bley mittelst Schwefelsäure gefällt. Damit indessen kein selenfaures Bley mitniederfallen konnte, wurde diese Fällung nicht allein in der Wärme vorgenommen, sondern der Niederschlag auch noch eine Zeit lang mit der Flüssigkeit im Kochen erhalten, ehe man denselben auf ein Filter sammelte. Nach Entfernung des Bleyes wurde die Auflösung in die Enge gebracht, und das Selen daraus durch schwefligsaures Ammoniak und schweflige Säure gefällt. Nachdem auch dieses vollständig daraus niedergeschlagen und durch Filtration geschieden worden war, wurde zuletzt aus der hinterbliebenen Flüssigkeit der Kobalt durch schwefelwasserstoffsaures Ammoniak abgeschieden.

Hierauf wurde nun ebenfalls aus der zuerst erhaltenen salpeterfauren Auflösung das von dieser Säure mit aufgenommene Bley durch Schwefelsäure niedergeschlagen, und nachgehends auch zur Ausmittelung der Menge des dem Erze beigemischt gewesenen Braunspaths der aus demselben aufgenommene Gehalt an Kalk, Talkerde, Manganoxyd und Eisenoxyd unter Anwendung der bekannten Verfahrensarten geschieden und bestimmt.

Auf diese Weise sind aus 1,814 Grm. dieses Bleyerzes, denen 0,013 Grm. Quarz und 0,161 Grm. Braunspath beigemischt waren, und die also nur aus 1,640 Grm. reinem Erz bestanden, erhalten worden:

1,702	Grm.	schwefelfaures Bley
0,450	-	Selen, und
0,038	-	Schwefel-Kobalt im Maximo.

In einem andern Versuche lieferten 1,364 Grm. die

das Erzes, worin 0,0125 Grm. Quarz und 0,0793 Grm. Braunspath enthalten waren:

1,3275 Grm. schwefelsaures Blei
0,354 - Selen, und
0,019 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

Bei abermaliger Wiederholung dieser Analyse mit 1,405 Grm. Bleyerz, bei welcher aber die Menge an ausserwesentlichem Quarz und Braunspath nicht bestimmt, und das Selen diesmal durch Schwefel-Wasserstoff niedergeschlagen worden ist, wurden erhalten:

1,313 Grm. schwefelsaures Blei
0,653 - Schwefel-Selen, und
0,018 - Schwefel-Kobalt im Maximo.

Nimmt man nun den Gehalt des schwefelsauren Bleyes in 100 Theilen zu 68,285 Theilen Blei, den des Schwefel-Kobalts im Maximo zu 48,0 Kobalt und den des Schwefel-Selens zu 55,3 Selen an, und sieht das bei der letzten Analyse an der Summe des angewandten Erzes Fehlende für Quarz und Braunspath an, so sind diesen Untersuchungen zu Folge in 100 Theilen dieses Bleyerzes enthalten:

	Nach Analyse I.	II.	III.
Blei	70,854 —	71,265 —	70,813
Kobalt	1,097 —	0,708 —	0,672
Selen	27,988 —	27,830 —	28,515
	99,939	99,803	100,000

Oder dasselbe besteht in 100 Theilen, nach einem Mittel aus diesen drei sehr gut mit einander übereinstimmenden Analysen, aus:

Blei	70,98
Kobalt	0,83
Selen	28,11
	<u>99,92</u>

Die Bestandtheile dieses Erzes sind demnach ganz in dem Verhältnisse ihrer Aequivalente mit einander verbunden, und die Menge des darin vorkommenden Selen entspricht nicht allein dem Bleygehalte desselben, sondern auch dem des Kobalts, und dieses Metall ist folglich in dieser Miner ebenfalls als ein Selenmetall enthalten. Auch befindet sich das Selen in diesem Erze mit dem Bley in einem ganz ähnlichen Verhältnisse verbunden, wie der Schwefel mit diesem Metall in dem Bleyglanze. Die Mischung dieses natürlichen Selenbleyes ist nämlich so beschaffen, daß wenn beide Bestandtheile oxygenirt und in Bleyoxyd und Selenflure umgeändert werden, sie neutrales selenfaures Bley geben. Und so wie sich daher zuweilen durch Zersetzung von Bleyglanz Bleyvitriol bildet, so könnte auch wohl auf ähnliche Weise selenfaures Bley aus dem Selenbley entstehen. Man wird demnach auf das Vorkommen einer solchen Verbindung an Orten, wo Selenbley sich findet, zu achten haben.

Wir nehmen diese Gelegenheit wahr, die Anzeige von einer der Königlichen Societät der Wissenschaften in der Versammlung am 3. April vorigen Jahres von Herrn Hofrath Stromeyer mitgetheilten Notiz über eine neue von ihm in dem Salmiak der Liparischen Insel Vulcano entdeckte natürliche Selenverbindung nachzuholen, deren Verspätung dadurch veranlaßt worden ist, daß der Hr. Hofr. Stromeyer wünschte auch zugleich von einer andern in diesem Salmiak noch vorkommenden Substanz Nachricht zu ertheilen.

Unter den vulkanischen Produkten dieser Insel kommt ein mit sublimirtem Schwefel gemengter Sal-

miak vor, der schichtweise sich durch eine auffallend bräunlich orangegelbe Farbe anzeichnet, die ihm ganz das Ansehen von eisenhaltigen Salmiakblumen giebt. Da dieser Salmiak indessen keinen eisenhaften Geschmack besitzt, und auch an der Luft nicht merkbar Feuchtigkeit anzieht, so wurde die anfangs gehegte Vermuthung, daß derselbe wirklich eisenhaltig sey, und die eigenthümliche Farbe desselben von beigemengtem salzsauren Eisenoxyd herrühre, zweifelhaft, und veranlaßte denselben einer nähern Prüfung zu unterwerfen.

Schon bei der Behandlung dieses Salmiaks mit Wasser ergab sich die frühere Meinung, daß derselbe natürlicher eisenhaltiger Salmiak sey, nun vollends als irrig. Beim Auflösen desselben in Wasser schied sich nämlich nicht allein der eingemengte Schwefel aus, sondern es hinterblieb auch noch eine andere Substanz, welche dieselbe bräunlich orangegelbe Farbe befaß, durch welche sich der Salmiak in seinem natürlichen Zustande gerade auszeichnete. Die erhaltene Auflösung war dagegen farblos, und lieferte auch beim Verdunsten ein vollkommen ungefärbtes Salz. Außerdem reagirte diese Auflösung nur sehr schwach säuerlich, wie solches gemeiniglich auch bei dem künstlich sublimirten Salmiak der Fall ist, und weder Gallapfelanzug noch Blutlaugensalz und Schwefelblausaures Kali bewirkten darin eben so wenig als Ammoniak irgend eine Veränderung, aus welcher man auf einen Eisengehalt hätte schließen können. Hingegen verursachte Schwefel-Wasserstoff in derselben einen ziemlich häufigen orangefarbenen Niederschlag, der fast gänzlich aus Auripigment bestand, und

von etwas arseniger Säure herrührte, die zugleich in diesem Salmiak mit vorkommt. Auch gab Barytsolution einen geringen Gehalt von Schwefelsäure darin zu erkennen *).

Der beim Auflösen des Salmiaks hinterbliebene bräunlich orangegelbe Rückstand kam beim Erhitzen in einer Glasröhre über einer Spirituslampe leicht in Fluss, und sublimirte sich hierauf vollständig zu einem orangefarbenen Sublimat. Auf eine glühende Kohle geworfen entzündete sich dieser Körper sogleich, und verbrannte unter Ausstossung eines sulphurischen zugleich sehr schwachen arsenikalischen Geruchs, der sich hintennach aber in einen starken widrigen Geruch nach faulen Rüben umänderte.

Da dieser eigenthümliche Nachgeruch, welchen dieser Körper bei seinem Verbrennen verbreitete, viel Aehnlichkeit mit dem Geruch hat, welchen Selen bei seinem Verflüchtigen und Verbrennen ausstösst, und der Körper auch in seiner Farbe dem Schwefel-Selen sehr ähnlich ist, so wurde es nicht unwahrscheinlich, dass derselbe hauptsächlich aus Schwefel-Selen bestehe.

Um dieses auszumitteln wurden daher einige Decigramm dieser Substanz mit Salpetersäure so lange digerirt, bis der Schwefel, welcher lange eine orangegelbe Farbe behielt, rein gelb gefärbt erschien, und der Auflösung, nachdem der hinterbliebene Schwefel davon getrennt worden war, schwefligsaures Kali zugesetzt, welches für Selen ein eben so sicheres und empfindliches Reagens ist, als das schwefligsaure Arseniak.

*) Es kommen indeffen doch einzelne Stücke dieses Salmiaks vor, welche wohl Spuren von kohlensaurem Eisenoxyd enthalten.

Hierdurch wurde nun die zuvor geäußerte Vermuthung völlig bestätigt. Das schweflige Säure Kali schied aus der salpetersauren Auflösung eine ziemlich bedeutende Menge, eines zinnroth gefärbten Körpers ab, welcher alle die von Hrn. Berzelius angegebenen charakteristischen Eigenschaften des Selen besaß.

Auch lieferte die salpetersaure Auflösung beim Verdunsten eine in Nadeln krystallisirende Substanz, welche sich völlig wie Selen Säure verhielt. Außer der Selen Säure enthielt diese Auflösung aber noch eine geringe Menge Arsenik Säure, wie die Prüfung derselben mit Silberlösung ergab.

Die den Salmiak begleitende und farbende Substanz ist also Schwefel-Selen, das zugleich eine geringe Menge Auripigment aufgelöst enthält, und wir besitzen in derselben mithin eine neue bisher in der Natur noch nicht angetroffene Verbindung dieses höchst merkwürdigen Körpers.

Das Vorkommen des Schwefel-Selen unter den vulkanischen Produkten der Liparischen Inseln macht es daher auch sehr wahrscheinlich, daß die eigenthümliche orangefarbene Nuance des auf diesen Inseln sich findenden Schwefels hauptsächlich von beigemengtem Schwefel-Selen herrührt, und nicht von Schwefel-Arsenik, wie bisher angenommen worden ist.

Spätere Versuche haben in diesem Salmiak noch eine andere Selen-Verbindung entdecken lassen. Der durch Schwefel-Wasserstoff in der Auflösung dieses Salmiaks bewirkte Niederschlag hatte für Auripigment eine viel zu dunkle Orangefarbe, und der Hr. Hofr. Stromeyer vermuthete daher auch schon bei der ersten Mittheilung dieser Untersuchung, daß diese

eigenthümliche Färbung des erwähnten Niederschlags ebenfalls von Selen herrühre, und auf einen in dem Salmiak vorkommenden Gehalt von etwas Selen Säure schliessen lasse. Die damals mit dieser Substanz angestellten Versuche gewährten ihm indeffen noch keine volle Ueberzeugung, daher er auch glaubte, diese Vermuthung vor der Hand noch unterwähnt lassen zu müssen. Jetzt aber, wo ihm seine Versuche über das Vorhandenseyn dieser Säure in diesem Salmiak volle Bestätigung gegeben haben, beeilt er sich diese Erfahrung nachzutragen. Ob übrigens die in diesem Salmiak enthaltene Selen Säure ebenfalls mit Ammoniak verbunden ist, oder sich in freiem Zustande darin befindet, erlaubt die geringe Menge, in welcher sie in demselben vorkommt, und die höchstens nur 1000 betragen kann, nicht weiter zu bestimmen.

IV.

Notiz über die Untersuchung mehrerer selenhaltigen Fossilien vom Harze;

Anszug eines Briefes

des Hrn. Prof. H. Rose.

Ich danke Ihnen für das mir überschickte 34te Stück der Göttingischen gelehrten Anzeigen vom 26 Febr. d. J., in welchem sich eine ausführliche Beschreibung und Analyse eines Selenbleies von den Herren Höfr. Hausmann und Stromeyer befindet. In Bezug hierauf nehme ich mir die Freiheit, Ihnen eine kurze Notiz von einer Reihe von Analysen selenhaltiger Fossilien von Tilkerode bei Harzgerode im Vorderhartz mitzutheilen, die durch meinen Freund, den Herrn Bergrath Zinken zu Magdesprung bei Harzgerode entdeckt worden sind. Herr Zinken fand das Selenium in diesen Fossilien durchs Löthrohr schon im Herbste 1825, und theilte diese Entdeckung im Nov. 1825 meinem Bruder mit, der ihn auf seiner Reise nach Paris in Magdesprung besuchte. Kurz darauf erhielt ich von ihm eine bedeutende Menge dieser Fossilien, um sie zu analysiren. Ich konnte diese Untersuchungen erst im Anfange des Sommers 1824 anfangen und habe sie im vorigen Herbste beendet. Ich hätte die Resultate meiner Analysen schon längst in den Annalen der Phys. und Chemie bekannt gemacht, wenn nicht Herr Zinken mir geschrieben hätte, daß er mir eine Ab-

handlung über das Vorkommen und eine Beschreibung dieser Selenfossilien schicken wollte, damit diese gemeinschaftlich mit der meinigen erschiene. Diese habe ich indessen noch nicht erhalten.

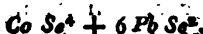
Ich habe unter den mir zugesendeten Selenfossilien nur 5 analysirt, weil die übrigen, obgleich sie eine große Menge Selen enthalten, doch nicht so rein waren, daß sie sich zu einer quantitativen chemischen Analyse eigneten. Ich wandte bei der Analyse die Methode an, die Berzelius für die Analyse nickelhaltiger Fossilien vorschlägt. Ich leitete über die zu untersuchende Selenverbindung trocknes Chlorgas, und trennte durch Destillation das flüchtige Chlorfelen von den nicht flüchtigen Chlormetallen. Die analysirten Fossilien sind folgende:

I. *Selenblei*, so zusammengesetzt, wie das künstliche, d. h. 2 Atome Selen mit 1 Atom Blei. Dieses machte den größten Theil der mir überschickten Fossilien aus; theile war es ganz rein; gewöhnlich aber innig mit Bitterspath gemengt; oft enthielt es auch eine Quantität Seleneisen.

II. *Selenblei mit Selenkobalt*. Von diesem Fossil schickte mir Herr Zinken nur ein Stück mit der Bemerkung, daß vor mehreren Jahren ein sogenanntes Kobaltbleierz bei Clausthal vorgekommen sey, das im Aeußern und in seinem Verhalten mit dem mir überschickten Stücke übereinstimme. Das von mir analysirte Fossil war durch verdünnte Salzsäure vom eingesprengten Bitterspath gereinigt worden. Das Resultat der Analyse war:

Blei	63,92
Kobalt	3,14
Selen	31,42
Eisen	0,45
Verlust	1,07
	<hr/> 100,00

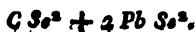
Nimmt man in diesem Fossil eine Verbindung von Selen mit Kobalt an, die 4 Atome des erstern gegen einen des letztern enthält, eine Verbindung, die dem Schwefelkies analog wäre, so würden sich 3,14 Theile Kobalt mit 3,14 Selen verbinden, während 63,92 Th. Blei 24,47 Th. Selen aufnehmen, um Selenblei zu bilden. Die Formel für die Zusammensetzung wäre also:



III. Selenblei mit Selenkupfer; das Resultat meiner Analyse war:

Selen	29,96
Blei	59,67
Kupfer	7,86
Eisen	0,33
Eisen mit Blei	0,44
Verlust	1,74
	<hr/> 100,00

Die chemische Zusammensetzung dieses Fossils, in welchem das Kupfer halb so viel Selen als das Blei aufnimmt, wird durch die Formel



ausgedrückt.

IV. Selenblei und Selenkupfer in einem andern Verhältnisse:

Silber	1,29
Blei	47,33
Kupfer	15,46
Selen	34,26
Eisen-, Blei- u. Kupferoxyd	2,08
	<hr/> 100,42

Die Zusammenetzung dieses Fossils ist, wenn man das Selenfilber als nicht wesentlich für die Mischung anieht:



V. *Selenblei mit Selenquecksilber.* Von diesem fand ich unter den mir zugeschickten Fossilien nur ein Stück, das ich zusammengeetzt fand aus:

Selen	24,97
Blei	53,84
Quecksilber	16,99
Verlust	2,85
	<hr/> 100,00

Ich habe die Analyse dieses Fossils nicht wiederholen können, wegen der geringen Menge, die ich davon erhalten hatte. Der Verlust besteht nur in Selen und Quecksilber, die von einander genau zu trennen schwer hält. Man kann wohl annehmen, daß sich die Zusammenetzung dieses Fossils durch $\text{Hg Se}^2 + 3 \text{Pb Se}^2$ ausdrücken läßt.

Vor einigen Tagen erhielt ich von Herrn Zinken einen neuen Transport selenhaltiger Fossilien, vorzüglich viele Stücke der zuletzt angeführten Species in 4 Abänderungen. Vielleicht werde ich die Analyse desselben an einem schönen Exemplare wiederholen. Zugleich erhielt ich einige vom Herrn Zinken bei Tilkerode zuerst entdeckte Goldstufen; das gediegene Gold ist zum Theil in Quarz, zum Theil in Selenblei eingesprengt.

Berlin, d. 15. März 1825.

Heinrich Rose.

V.

*Ueber eine neue Bildung der wasserfreien
Schwefelsäure;*

von

Hrn. Prof. C. G. GMELIN in Tübingen.

Man hat bisher geglaubt, daß die wasserfreie Schwefelsäure bloß auf die Weise sich bilden könne; daß man schwefelsaure Salze, welche in der Hitze die Säure fahren lassen, wie namentlich den calcinirten Eisenvitriol in einem Destillationsapparat zersetzt. Auf diese Art wird bekanntlich die rauchende sogenannte Nordhäuser Schwefelsäure dargestellt.

Ich habe gefunden, daß in einer gewissen Periode der Destillation der nicht rauchenden (sogenannten englischen) Schwefelsäure sich rauchende Säure bildet. — Ich erhitzte in einem Destillationsgefäße 6 Pfd 29 Loth englischer Schwefelsäure, von einem specifischen Gewicht von 1,8435 bei $+10,5^{\circ}$ R., welche an der Luft nicht im Mindesten rauchte. Die Säure kam dabei nie ins Kochen, die Temperatur der Luft war 0° R. Nachdem 4 Unzen Schwefelsäure überdestillirt waren, welche stark nach schweflicher Säure roch, wurde die Vorlage ausgeleert, gereinigt und von neuem vorgelegt. Als nun wieder 8 Unzen Säure, welche fast ganz geruchlos war, herüberdestillirt waren, füllte sich die bisher ganz durchsichtig gebliebene Vorlage plötzlich mit Dämpfen an. Man entfernte sie, und legte eine andere vollkommen trockene Vorlage vor, welche jetzt mit zerstoßenem Eis umgeben ward. Es condensirte sich nun in derselben theils eine weiße undurchsichtige, theils eine krySTALLisirte durchscheinende Säure. Ein großer Theil der festen Säure fand sich im Hals der Retorte. Die feste Säure rauchte ganz außerordentlich stark an der Luft, ganz wie die aus Nordhäuser Vitriolöl dargestellte, blieb noch bei $+12^{\circ}$ R. fest und zeigte keinen Geruch nach schweflicher Säure. wurde sie mit einer gewissen Menge von Schwefel in

einem mit eingeriebenem Glasstöpsel versehenen Gläschen zusammengebracht, so bildete sich eine grüne Verbindung von der Farbe des salzsauren Chromoxyduls, und es entwickelte sich etwas schwefligsaures Gas. Wurde diese grüne Masse mit Wasser in Berührung gebracht, so fand eine außerordentliche Erhitzung Statt; es bildete sich viel schweflige Säure und es setzte sich Schwefel ab. Wurde die feste Säure mit Wasser zusammengebracht, so bildete sich wässrige Schwefelsäure, aber keine schweflige Säure. Wurde die mit Wasser verdünnte Säure mit Kali gesättigt und zur Krystallisation verdampft, so bildete sich kein Salpeter, auch entwickelte sie beim Erhitzen der trocknen Salzmasse mit concentrirter Schwefelsäure keine salpeterlauren Dämpfe. Das specifische Gewicht der in der Retorte zurückgebliebenen Säure, *welche jetzt merkbar rauchte*, fand sich $\approx 1,8503$ bei $+13^{\circ}$ R.; das der überdestillirten Säure $\approx 1,4509$ bei $+11,5^{\circ}$ R. *)

Bei Wiederholung dieses Versuches mit derselben Säure, erhielt ich dasselbe Resultat. Uebrigens kann man leicht den Zeitpunkt übersehen, in welchem diese rauchende Säure sich bildet. Bei den angeführten Versuchen bildete sie sich erst in der ersten Hälfte des dritten Tages (in den zwei ersten Tagen hatte man von Morgen früh 7 Uhr bis Nachts 9 Uhr das Feuer im Ofen erhalten) und ihre Bildung war nicht länger als ungefähr eine halbe Stunde hindurch zu bemerken **).

Die angeführten Versuche lassen, wie ich glaube, keinen Zweifel übrig, daß die feste Säure wirklich wasserfreie Schwefelsäure war. Ihre Bildung erklärt sich auf die Art, daß bei einer gewissen Concentration der wasserhaltigen Schwefelsäure ein Theil der Säure sein Wasser an einen andern Theil der Säure abtritt, und sich verflüchtigt, wobei einerseits durch die große Verflüchtigbarkeit der wasserfreien Säure, anderseits, durch die große Fixität der wasserhaltigen Säure diese Art von Zersetzung herbeigeführt wird.

*) Die specifischen Gewichte wurden mittelst eines mit aufgeschliffenem Deckel versehenen Glases bestimmt.

**) Ich führe diese Umstände deswegen an, damit man daraus sehen könne, wie langsam die Destillation vor sich gieng. — Wahrscheinlich bildet sich keine rauchende Säure, wenn die Flüssigkeit in der Retorte zum Sieden gebracht ist.

VI.

*Notiz über eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der
Bewegung der Sternschnuppen;*

aus einem Briefe

des Hrn. Prof. BRANDES zu Breslau an den Herausgeber.

Da die Annalen der Physik so freundlich mitgewirkt haben, die Theilnahme an der im Jahre 1825 von mir und einigen Freunden unternommenen Beobachtung der Sternschnuppen weiter ~~zu~~ verbreiten: so darf ich wohl hoffen, daß einige Zeilen über den Erfolg unserer Bemühungen ebenfalls bei den Lesern eine günstige Aufnahme finden werden.

Obgleich die Zahl der Beobachter nicht so bedeutend geworden ist, als ich gehofft hatte, so ward es doch durch die Mitwirkung mehrerer thätiger Freunde der Physik möglich gemacht 63 correspondirende Beobachtungen anzustellen und für 55 dieser Meteore die Bahnen zu bestimmen. Die Zusammenstellung der berechneten Resultate ergiebt eine höchst auffallende Merkwürdigkeit in Hinsicht auf die Richtung der von diesen Meteoren durchlaufenen Bahnen. Denn obgleich es beim ersten Augenblick scheint, als ob die Sternschnuppen in allen möglichen Richtungen fortgehend vorkommen, so zeigt doch eine sorgfälliger Zusammenstellung, daß diejenige Richtung vorherrscht, welche der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengesetzt ist. Unsere Beobachtungen scheinen daher

eine Andeutung zu geben, daß die Erde diesen Meteor-
ren, welche freilich durch eine eigenthümliche Kraft
nach allen Richtungen fortgeschleudert werden, in ih-
rem Laufe um die Sonne begegne.

Wenn sich diess durch fernere Beobachtungen be-
stätigen sollte, so würden wir wenigstens *einen* bedeuten-
den Schritt zur näheren Kenntniß dieser, jenseit
der Gränzen unserer Atmosphäre entstehenden Meteor-
re gethan haben. Die Beweise für jene Behauptung
theile ich hier nicht mit, da ich sie in der, so eben
zum Druck an die Verlagshandlung dieser Annalen ge-
funden, ausführlichen Abhandlung mitgetheilt habe
und die Leser wohl darauf verweisen darf. *) — Aber
zu wünschen wäre es wohl, daß die Beobachtungen
fortgesetzt würden. Wenn ich hoffen dürfte, zahl-
reichere Mitarbeiter zu finden um dadurch zu einer
Bestimmung der meisten an den sämtlichen Beob-
achtungsabenden erscheinenden Sternschnuppen zu
gelangen, so möchte ich mich wohl im nächsten Som-
mer noch einmal entschließen, die Beobachtungen
fortzusetzen.

*) Seit Mittheilung dieser interessanten Notiz ist der Druck der
Abhandlung des geehrten Hrn. Verfassers bereits vollendet, so
daß sich das Publikum die Hoffnung machen darf, in sehr kur-
zer Zeit zu diesen für die Kenntniß der Meteore so ungemein
wichtigen Thatsache die umständlicheren Belege zu erhalten.
Mehr wie alle Anforderung, ist gewiß die Bekanntwerdung ob-
iger Arbeit geeignet das an diesem Zweige der Physik gesunkene
Interesse wiederum zu beleben, und dem Hrn. Verfasser, dem
gewiß alle Freunde der Meteorologie mit mir die nöthige Kraft
und Muße zur Fortsetzung seiner Beobachtungen wünschen, für
den nächsten Sommer eine recht bedeutende Anzahl von Beob-
achtern zuzuwenden. Ich selbst, der ich schon früher aus Man-
gel an Zeit und einem schicklichen Lokale einen ähnlichen An-
trag des geehrten Herrn Verfassers leider ablehnen mußte, ha-
be diesem für den kommenden Sommer meine Hülfe angebo-
ten, und hoffe, daß sie nicht die einzige ist, auf die derselbe
mit Sicherheit rechnen darf. P.

VII.

Ueber den Schwefel,

von

ADOLPH THEODOR KUPFFER, Professor in Kalan *).

Meine Messungen des Schwefels stimmen nicht genau mit einander überein; ich gebe sie aber nicht als definitive Resultate; sie unterstützen indess eine merkwürdige Hypothese, die die Verschiedenheit der Kry stallformen des gediegenen und geschmolzenen Schwefels erklärt, und die ich deshalb, ohne im Stande zu seyn, sie scharf zu beweisen, zur weitem Prüfung darlege.

Ich maafs drei sehr kleine Kry stallle, die alle kein deutliches Bild gaben, obgleich ich sehr nahe Gegenstände, zwei schwarze Punkte an einem gegenüberstehenden Fenster, wählte.

Ich fand:

Am ersten Kry stall

1) Octaëderwinkel an der Basis	143° 20,8
2) Derselbe Winkel an der andern Seite der Basis	143 14,0
3) Octaëderwinkel an der Endkante	106 18,2
4) Derselbe an einer andern Kante	106 14,8

*) Ein Nachtrag zu seiner jetzt im Druck befindlichen, im Jahre 1823 von der hiesigen K. Akademie gekrönten, Preisschrift: „über Messung der Kry stallwinkel“. P.

Am zweiten Kryſtall

- 5) Octaëderwinkel an der Baſis $143^{\circ} 36',5$
 6) Neigung der Octaëderfläche gegen die Axe $18 \quad 12,3$

Am dritten Kryſtall

- 7) Octaëderwinkel an der Endkante $84^{\circ} 57',8$

Einige dieſer Meſſungen weichen nicht viel von den Meſſungen des Hrn. Prof. Miſcherlich ab, und man bemüht ſich vergebens ſie mit denen des geſchmolzenen Schwefels zu vereinbaren. Man findet aber beim geſchmolzenen Schwefel (ſ. die Abhandlung des Hrn. Prof. Miſcherlich in den *Annal. de Chim. et Phyſ.* Tom. XXIV. 264) daſs die Tangente der halben Neigung von M zu M , $45^{\circ} 16'$, verdreifacht gerade den Winkel $71^{\circ} 43'$ giebt, welcher bis auf $0,3$ der Hälfte des Mittels aus den obigen 4 Meſſungen der Neigungswinkels der Octaëderflächen an der Baſis, beim gediegenen Schwefel, gleich kommt. Ferner, wenn man die Tangente der Neigung von P zu d'' ($84^{\circ} 14'$) halbiert, ſo findet man ſehr nahe die ſpitze Neigung der Kanten an den Baſis des Octaëders des gediegenen Schwefels.

Dieſs veranlaſste mich zu glauben, daſs der Schwefel, ich weiſs nicht durch welche Veränderung in der Lage ſeiner Theile durch das Schmelzen, eine ſeiner Axen verändern könne, ſo daſs zwei ſeiner Octaëderflächen als Säulenflächen, zwei andere als Flächen einer ſchiefſtaufenden augitartigen Zuſchärfung zu nehmen ſind, und die Axe einer Kante an der Baſis des Octaëders parallel läuft, wie Fig. 16. zeigt.

Wir wollen jetzt die halbe Neigung von P zu P' an der Kante D' mit $\frac{1}{2} H$ die Neigung der Kante D' ge-

gen die Axe (oder das Complement zu 180° , der Neigung von D gegen D' mit r , und die halbe Neigung zweier Säulenflächen an der Kante D , auf welcher die Zuspitzungsflächen P, P'' gerade aufgesetzt wären, mit g bezeichnen. Wir haben aus den bekannten Formeln für das Rhomben-Octaëder

$$\tan g \frac{1}{2} B \cdot \cos r = \tan g \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Da nun unter den Säulenwinkeln die Neigung von P zu P'' oder B auch mit vorkommt, so müssen offenbar $\tan g \frac{1}{2} B$ und $\tan g g$ ein einfaches Verhältniß zu einander haben. Wir wollen dieses einfache Verhältniß mit n bezeichnen, so daß $\tan g \frac{1}{2} B = n \tan g g$. Diesen neuen Werth von $\tan g g$ in die obige Formel gesetzt, giebt

$$\cos r = \frac{1}{n} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Wenn man den gediegenen Schwefel so nimmt, wie die Figur zeigt, oder den Winkel, der die erste Messung giebt, für einen Säulenwinkel, den, welchen die zweite Messung giebt, für den Winkel einer schief-laufenden (augitartigen) Zuschärfung ansieht, so findet sich die Neigung der Endkante gegen die Axe oder

$$r = 78^\circ 26'$$

Vergrößert man diesen Werth nur um $2'$, so ist $\cos r$ gleich $\frac{1}{2}$, und die durch die Gleichung (2) verlangte Bedingung ist erfüllt.

Wir können also wohl annehmen, daß $\frac{1}{2}$ der wahre Werth von $\cos r$ sey; daß also beim Schwefel allerdings Flächen vorkommen können, die sich auf eine der Kante D parallele Axe einfacher beziehen lassen, als auf die gewöhnliche Axe (die alsdann zur ho-

horizontalen wird). Wir wollen indeß sehen, wie diese Annahme zu den übrigen Messungen, des gediegenen und des geschmolzenen Schwefels, paßt.

Es sey also

$$r = 78^{\circ} 28'$$

$$\frac{1}{2}B = 71. 43$$

so findet man

beim gediegenen Schwefel

	Rechnung	Beobachtung
P zu P	$106^{\circ} 12'$	$106^{\circ} 15'$
Neigung der Octaëderfläche gegen die Axe	18 17	106 18
P zu P'	85 18	18 12
		84 58

beim geschmolzenen Schwefel

M zu M	$90^{\circ} 31',5$	$90^{\circ} 32'$
P zu M	94 8	94 6
P zu d''	84 10,5	84 14

Man kann aus meiner neuen Tabelle über den Zusammenhang, der zwischen specifischem Gewicht, Krytallform und chemischem Aequivalent Statt findet, ersehen, daß meine Messungen ein mit der Erfahrung sehr übereinstimmendes specifisches Gewicht des Schwefels geben.

Ich erinnere noch, daß der Feldspath auch zwei Axen besitzt, eine parallel der Kante der gewöhnlichen geschobenen Säule, und eine optische, dem Hrn. Dr. Seebeck zufolge, der Kante der rechtwinkligen Säule parallel. Wenn ich nicht irre, hat Hr. Brewster auch beim Diopsid gefunden, daß die optische Axe einen Winkel mit der Axe der Säule macht.

VIII.

*Ueber die zu Cayenne unter dem Namen la Barre
bekannte, und von den Indianern in Guiana
Pororoca genannte Fläthererscheinung;*

von

Hrn. NOYER, Deputirten des französischen Guiana *).

Die Küsten von Guiana bieten von der Mündung des Amazonasflusses an, bis zum Cap du Nord eine außerordentliche Erscheinung dar, die zum Theil der unter dem Namen Mascaret zu St. Malo an den Küsten der Bretagne Statt findenden ähnlich ist. Condamine, welcher dieselbe untersuchte als er sich von Para nach Cayenne begab, scheint keine vollständige Erklärung derselben gegeben zu haben. Er drückt sich nachstehendermaßen aus:

„Zwischen dem Macapa und dem Cap du Nord
„(welches ungefähr 2 Grad nördlich von dem Aequa-
„tor liegt) an der Stelle, wo der große Kanal des Flus-
„ses durch Inseln sehr verengt ist, und vor allem ge-
„genüber der Mündung des Arawari, welcher sich
„von Norden her in den Amazonasfluß ergießt, bie-
„tet die Meeresfluth zu den Zeiten, wo sie am höch-
„sten ist, nämlich während der 3 dem Voll- oder Neu-
„mond zunächst liegenden Tage, eine sonderbare Er-

*) Annales maritimes et coloniales. Juill. 1824.

„scheinung dar; denn statt wie sonst zum Steigen 6
 „Stunden zu gebrauchen, erreicht sie jetzt innerhalb
 „ein oder 2 Minuten ihre größte Höhe, und wie man
 „leicht begreifen wird, geschieht dieses nicht ruhig.
 „Schon aus einer Entfernung von einer oder zwei
 „Lieue läßt sich ein schreckliches Getöse hören, wel-
 „ches den Pororoca ankündigt; so nennen nämlich
 „die Indianer diese schreckliche Fluth. So wie er sich
 „nähert, wächst das Getöse, und bald erblickt man
 „ein 12 bis 15 Fuß hohes Vorgebirge von Wasser,
 „darauf ein zweites, ein drittes und manchmal ein
 „viertes, welche alle sich nahe auf einander folgen
 „und die ganze Breite des Kanals einnehmen.

„Diese Woge kommt mit einer außerordentlichen
 „Geschwindigkeit heran; alles was im Wege liegt
 „wird von ihr zertrümmert und fortgerissen. Ich ha-
 „be gesehen, daß sie an einigen Orten große Stücke
 „Erdreich wegführte, dicke Bäume entwurzelte und
 „Verwüstungen aller Art anrichtete. Ueberall, wo sie
 „vorbeigelit, ist das Ufer so rein, als wäre es mit Fleiß
 „gefeßt. Die Canots, die Piroguen und selbst Barken,
 „haben kein anderes Mittel sich der Wuth dieser Wo-
 „ge (welche die Franzosen in Cayenne la Barre nen-
 „nen) zu entziehen, als daß sie an einer tieferen Stelle
 „vor Anker gehen. Ich will hier nicht weiter ins Ein-
 „zelne der Thatfache noch ihrer Erklärung gehen,
 „fügt Condamine hinzu, „sondern nur ihre Ursachen
 „anzeigen. Durch eine aufmerksame Beobachtung
 „dieser Erscheinung an verschiedenen Orten habe ich
 „bemerkt, daß sie stets nur da sich zeigt, wo die an-
 „steigende Fluth in einen engen Kanal tritt, und ei-
 „ner Sandbank oder Untiefe begegnet, die ihr Hinder-

„misse entgegengesetzt. Nur dort und nirgend anderswo
 „fangt diese ungestüme und regellose Bewegung des
 „Wassers an, und sie hört ein wenig hinter der Sand-
 „bank auf, wenn daselbst der Kanal wieder an Tiefe
 „oder an Breite beträchtlich gewinnt. Man sagt, daß
 „sich etwas Aehnliches bei den Orkadischen Inseln im
 „Norden von Schottland und an der Mündung der
 „Garonne unweit Bordeaux zeige, wo man diese Fluth-
 „erscheinung Mascaret nennt.“ *)

Wenn das Phänomen auch von Condamine nicht
 völlig genügend erklärt ward, so ist doch wenigstens
 die Beschreibung desselben sehr genau. Das Diction-
 naire d'histoire naturelle von Deterville findet unter
 dem Artikel *Meer* diese Erklärung mangelhaft und ir-
 rig. Es widerlegt dieselbe auf nachstehende Art:

„Es sey physisch unmöglich, daß das mit der
 Fluth herankommende Wasser sich während der Fluth-
 zeit allmählig vor den Sandbänken anhäufen und da-
 selbst einen Wall bilden könne, um hernach hinter
 der Sandbank wieder niederzustürzen; hingegen muß
 das Wasser nach den Gesetzen der Hydrostatik, wenn
 es sich oberhalb der Sandbank erhebe, nach der an-
 dern Seite abfließen um sich im Niveau zu setzen.“

Hat aber der Verfasser dieses Artikels die Aus-
 drücke Condamine's wohl verstanden? Dieser Gelehrte
 sagt nicht, daß das Wasser, welches die Fluth her-
 beiführt, sich *allmählig* während der ganzen Dauer
 der Fluthzeit anhäufe, sondern er sagt bloß, daß er
 bemerkt habe, die Erscheinung finde nur dann Statt,
 wenn die Fluth in einen engen Kanal eintritt und in

*) Ueber den Mascaret im Dordogne s. dies. Ann. Bd. 33. S. 407.

ihrem Laufe einer Sandbank oder Untiefe, als Hindernisse begegnet; daß es nur hier und nirgendwo anders sey, wo die ungestüme und regellose Bewegung des Gewässers anfangt, und daß sie ein wenig über der Sandbank hinaus wieder aufhöre, wenn daselbst der Kanal tief werde und sich beträchtlich erweitere.

Dies ist eine gut beobachtete Thatfache, der man nichts entgegensetzen kann und in der ich nichts sehe, was dem im Dictionnaire von Deterville Gesagten ähnlich wäre. Ich werde späterhin auf diese Behauptung zurückkommen.

Jetzt will ich, um die Ursachen jener Erscheinung aufzufinden, zuerst die Fluthen der Syzygien betrachten. Diese Fluthen setzen dem Laufe des Amazonasflusses eine gewaltige Wassermasse entgegen, und erzeugen einen Zurückprall, der um so unmittelbarer ist, als diese Wassermasse mit größerer Heftigkeit angetrieben wird.

Da das Wasser des Flusses von der ganzen Fluth überfallen wird, welche den Umfang des Meerbusens vom Cap du Nord bis zum Süd-Flusse (jusqu'à la rivière du S.) einnimmt, und dieser Raum unendlich größer ist als das Bett des Flusses, so muß jede dem Laufe des Amazonasflusses entgegengesetzt gestossene Wasserläule einen um so heftigeren Stofs veranlassen, als seine Masse größer ist, bis endlich der Stofs des Wassers im Amazonasfluß vernichtet wird und der Rückfluß (montans) eingetreten ist. Bevor jedoch das Meer über den Fluß gesiegt hat, erzeugt es abgeschnittene Wogen und jene lebhaften Stöße, welche wir so eben erwähnten, in der Richtung von Ost-Süd-Ost nach West-Nord-West.

Zur Ebbezeit hat dieser Vorgang nicht Statt, weil das Wasser des Amazonenflusses alsdann nur durch sein eigenes Gewicht angetrieben wird und sich mit dem abfließenden Meere vermischt, von dem es im Sinne seiner Bewegung mit fortgezogen wird. Das Wasser des Flusses wirkt alsdann mit einem geringeren Gewichte als das Meer, und muß also nothwendig der Richtung der Ebbe gehorchen, während die ansteigende Fluth mit ihrer ganzen Kraft dem Laufe des Amazonenflusses entgegenwirkt.

Haben indess die Sandbänke, welche abwechselnd entstehen und wieder vergehen, gar keinen Einfluß auf dieses Phänomen? So viel ist gewiß, daß wenn das Meer eine Tiefe von 7 bis 8 Klaftern besitzt, die Barre entweder gar nicht vorhanden ist oder doch wenigstens unmerklich wird. Das Meer bewahrt nur den Anstoß, welchen ihm die Ursache der Fluth gegeben hat, wenn aber der Grund nicht tiefer als 4 Klaftern ist, so kommt alles in Bewegung. Es stolpert gewissermaßen über den Grund und veranlaßt, daß das Wasser sich außerordentlich ausbreitet.

Man begreift auch, daß in dem Maasse, wie der dem Meere gegebene Anstoß in enge Kanäle vorschreitet, die Kraft und das Volumen der Wassermasse in ganz außerordentlichen Verhältnissen anwachsen und jene Verwüstungen herbeiführen müsse, die die unvermeidlichen Folgen dieser Erscheinung sind; daher entstehen im Strome jene Barren als 3 ungeheure Wogen, denen nichts zu widerstehen vermag; daher jene Vermehrung der Fluth in der Bucht von Vincent-Pinçon, die sich innerhalb weniger Minuten zu einer Höhe von 40 Fuß erhebt, wenn das Meer von beiden

Seiten derselben gleichzeitig eindringt. Diese ist jedoch nicht alles, was der Pororoca Wunderbares darbietet. Die Insel Maraca (welche vor der Mündung des Flusses Vincent-Pinçon liegt) bildet mit der Küste einen gekrümmten Kanal, von dem der eine Arm nach Süd-Ost und der andere nach Norden ausfließt; der erste führt den Namen des Kanals von *Tourloury*, der zweite den des von *Carapapoury*. In dem letztern fällt das Meer, nachdem es seine größte Höhe erreicht hat, (oft 44 Fuß, in sehr geringer Zeit) daß man es mit bloßem Auge sehen kann, obgleich der Strom sich noch lange Zeit an der Ostküste erhält. Die Ursache dieser Erscheinung ist, daß das Meer, weil es viel lieber durch den Süd-Ost-Kanal steigt, als durch den Nord-Kanal, auch durch diesen wiederum mehr abfließt als durch letzteren; denn da der Südost-Kanal oder der von *Tourloury* viel breiter ist als der nach Norden mündende von *Carapapoury*, so tritt auch offenbar zu ersterem eine viel größere Wassermasse hinein, als zu letzterem. Zum besseren Verstehen dieser Erklärung mag man einen Blick auf die im Werke des Hrn. Lescallier befindliche Karte werfen, oder noch besser eine von den Karten aus dem Atlas des Abbé Raynal zur Hand nehmen, welche sehr genaue Reductionen der großen Karte von Guiana sind, die die Ingenieure von Cayenne aufgenommen und veröffentlicht haben.

Der Strom ist zur Ebbezeit bei den Inseln von *Maraca* so stark, daß ein von dem Hafenkapitain Hrn. Monach kommandirtes Schiff, welches in der Bucht von Vincent-Pinçon vor Anker lag, beinahe zu Grunde gegangen wäre, da das Wasser schon den Vorder-

theil des Schiffes überfloß und hineinzuftürzen begann. Glücklicherweise wurde das Ankertaum mit einem Hiebe gekappt und das dadurch wieder flott gewordene Schiff gerettet.

Die Ströme zwischen dem Amazonenflusse und dem Oyapoc find ebenfalls zu den Zeiten des Neu- und Vollmondes ziemlich starken Fluthen und dem Mascaret oder dem Pororoca unterworfen; jedoch find die Wirkungen weniger heftig als an der Mündung des Amazonenflusses. Von dieser bis nach Cayenne nehmen sie immerfort ab; an letzterem Orte betragen die Fluthen zur Zeit der Quadraturen 3 oder 4 Fufs und zur Zeit der Syzygien 9 oder 10 Fufs.

Diese großen Fluthen veranlassen nothwendig beträchtliche Wirbel im Ocean, welche den Schlamm, den die Ströme und Flüsse dieser Gegenden ausführen, lange in Schweben erhalten. Dieser Schlamm wird durch die Strömungen längs der Küste von Guiana fortgeführt, und an diesen durch die Ostwinde angeworfen, bildet er die großen Anschwemmungen, welche sich vom Arawary bis zum Orinoco ausdehnen und deren Fruchtbarkeit den Reichthum von Cayenne, Surinam und Demerary ausmachen. Der Sand und das Gerölle, als viel schwerer wie der Schlamm, werden nur bis ungefähr zur Mündung des Amazonenflusses mit fortgerissen; diesen allmählichen Sandanhäufungen verdanken die Inseln von Marajo, Caviatno und andere ihre Entstehung. Die Ostwinde führen diesen Inseln neue mit Schlamm gemengte Sandmassen zu, erhöhen dieselben und setzen sie dadurch gegen die Ueberfluthungen der Fluth in Sicherheit. Aus diesem Grunde breitet sich die Vegetation

der Paletuvieren (*Rhizophora* und *Avicennia*) nicht daselbst aus, wie auf der Küste von Guiana. Dessen ungeachtet sind diese Inseln, welche offenbar durch die von den beiden Flüssen während der Ueberschwemmung dahin geführten Trümmer gebildet wurden, mit Wäldern von sehr großen Bäumen bedeckt, unter welchen besonders die Ceder im Ueberflusse vorhanden ist. Dieses Holz ist es vorzüglich, welches man auf den Werften von Para zur Erbauung von Fregatten und anderer Fahrzeuge anwendet.

Die Erscheinung des Pororoca muß man nicht mit der unter dem Namen Wasserratze (*rat de marée*) verwechseln, deren Ursachen zufällig sind; die letztere ist vom November bis zum April an den Küsten von Guiana ziemlich häufig und deshalb allen Seefahrern bekannt.

Im Januar 1824 hatte man zu Cayenne eine so heftige Wasserratte, daß alle sandigen Buchten mit 2 Fuß hohem Schlamm bedeckt wurden, welchen die außerordentliche Bewegung des Meeres von dem Grunde erhoben und auf die Ufer abgesetzt hatte; auch las man Fische vom Strande auf. Dennoch konnte man, während diese fürchterliche Wasserratte zu Cayenne ein so außerordentliches Schauspiel darbot, durchaus keine Wirkungen auf der Windseite der Insel wahrnehmen weder am Appronage noch am Oyapock.

IX.

Beobachtungen von Nebensonnen.

- a) Auf der *Melville's-Insel* (nördl. Breite $74^{\circ} 47' 10''$; westl. Länge v. Greenw. $110^{\circ} 48' 35''$) gesehen auf der Expedition des Captain Parry *).

Am 5ten April um 9 Uhr Nachmittags, bei sehr schönem Wetter und einer Temperatur von -18° (Weingeisttherm. und Fahrenheit'sche Scale (P.)) beobachteten wir einen Ring um die Sonne. Wie gewöhnlich stand an jeder Seite der Sonne und in gleicher Höhe mit dieser eine Nebensonne, von deutlich prismatischen Farben. Eine dritte Nebensonne befand sich in dem Kreise unmittelbar über der Sonne, und ließe eine sonst noch nicht bemerkte Eigenthümlichkeit sehen. Das Wetter war nämlich auffallend klar und

*) Dessen First Voyage for the discovery of the northwest passage p. 162. Die hier beschriebene Erscheinung hat offenbar die größte Aehnlichkeit mit der, welche Hr. Dr. Buch, Hr. Legrth., v. Hoff und Hr. Prof. Kries neuerdings zu Gotha beobachteten (Arch. d. Naturl. Bd. 2. S. 209). Ich würde daher ihre weitere Bekanntmachung für überflüssig gehalten haben, wenn nicht die beiden Erscheinungen sich gegenseitig ergänzten, und bei dieser einige Bogen sichtbar wurden, die bei jener entweder gänzlich fehlten (wie die den Horizont berührenden Bogen r, p und q, o), oder von denen man doch nur die Endstücke, als Durchkreuzungen derjenigen Nebensonne wahrnahm, welche in Opposition mit der wahren Sonne stand. (P.)

heiter, aber dennoch zeigte sich die Atmosphäre mit einer unzähligen Menge kleiner im Sonnenschein glänzender Schneefitterchen erfüllt, wie wir sie sonst nie bei hellem Sonnenschein sahen, obgleich wir beständig Gelegenheit hätten, solch einen Niederschlag in Zeiten zu bemerken, in welchen man das Wetter keineswegs nebelig nennen konnte und die Gestirne deutlich zu beobachten waren. Die oberhalb der Sonne erscheinende Nebensonne war nun sichtlich durch Reflexion der Sonnenstrahlen an einer Unzahl solcher Fitterchen gebildet, welche sich bis zu 100 u. 200 Yards Entfernung vom Auge deutlich wahrnehmen ließen. Zu gewissen Zeiten konnte man mit Leichtigkeit erkennen, daß diese obere Nebensonne, aus dem Durchschnitte, oder vielmehr aus der äußern Berührung zweier Ringe gebildet wurde, wovon der obere, seine convexe Seite gegen den Horizont kehrend, den größern Radius besaß. Ungefähr 22° über der Nebensonne, die fast einen gleichen Abstand von der wahren Sonne besaß, ward in horizontaler Richtung ein Streifen glänzender Fitterchen andauernd beobachtet; jedoch war er so kurz, daß man nicht unterscheiden konnte, von welcher regulären Figur er einen Theil ausmachte. Dies Phänomen dauerte ungefähr eine Stunde.

Am 9ten April Vormittags von $6\frac{1}{2}$ bis 8 Uhr ward abermals eine der so eben beschriebenen ähnliche Erscheinung beobachtet. Um 1 Uhr Nachmittags wiederholte sich dieselbe in Begleitung einiger anderen Erscheinungen dieser Art. Ich habe mit Unterstützung des Capit. Sabine versucht, hievon eine Abbildung zu geben (Fig. 12). In dieser bezeichnet *s* die Sonne, deren Höhe nahe 23° betrug; *h*, *h* den Hori-

sonst; t, u einen vollständigen Horizontalkreis von weissem Lichte, der durch den Mittelpunkt der Sonne ging; a eine blendend helle Nebensonne, von weissem Lichte; b und c Nebensonnen, von prismatischen Farben, in den Durchschnittpunkten des Horizontalkreises, mit dem Kreise a, b, c, d liegend, welcher letztere einen Radius von $22\frac{1}{2}^\circ$ besaß; x, d, v einen Bogen, der seine convexe Seite dem Horizont zukehrte und dessen Mittelpunkt anscheinend über dem Zenith lag. (Dieser Bogen zeigte sehr lebhaft prismatische Farben); t, e, l einen Bogen, der dem Anscheine nach eher elliptisch als kreisförmig war; e stand von der Sonne um 26° ab; der Theil x und v war prismatisch gefärbt, der übrige farblos. Der von den beiden prismatischen Bogen $xevd$ eingeschlossene Raum war durch Reflexion der Sonnenstrahlen an den unzähligen in der Atmosphäre schwimmenden Schneeflitterchen sehr glänzend gemacht; q, f, r , ein mit der Sonne concentrischer Kreis von 45° Radius, war in Nachbarschaft der Punkte f, q, r stark gefärbt, in dem übrigen Theil aber nur schwach; mn ein kleiner Bogen eines umgekehrten Kreises, der seinen Mittelpunkt anscheinend im Zenith hatte.

r, p und q, o sind Bogen von grossen Kreisen und sehr lebhaft gefärbt. Man konnte sie nur bis zu o u. p verfolgen, allein an dem der Sonne direct gegenüberstehenden Theil des Horizontalkreises t, u erschien ein weisses Licht, welches das Ansehen besaß, als wäre es von dem Durchschnitt zweier grossen Bogen erzeugt, die mit der Verlängerung von r, p und q, o zusammenfielen.

Diese Erscheinung dauerte den grössten Theil des

des Nachmittags hindurch bis 6 Uhr. Der Abstand q und r vergrößerte sich beträchtlich und der Bogen mfn nahm die Gestalt an, welche in Brewster's Encyclopädie unter dem Artikel: *Halo* Platte 287 Fig. 12 abgebildet ist *). Auf jeder Seite der Sonne in einem Abstände von 90° und in einer Höhe von 30 bis 50° zeigte sich jetzt ein schwacher Bogen von weißem Lichte, welcher zuweilen einen Theil der Kreise q, o und r, p auszumachen schien. In dem äußern größern Kreise beobachteten wir darauf zwei gegenüberstehende und sich entsprechende Flecke y, y , welche mehr als der übrige Theil gefärbt waren; auch ward der umgekehrt stehende Bogen mfn jetzt länger als zuvor und einem schönen Regenbogen ähnlich.

Am 10ten Mai um $9\frac{1}{2}$ Uhr Morgens beobachtete der Lieut. Beethy einen völligen Ring um die Sonne, der außerhalb und gerade über der Sonne von ei-

*) Es ist dies die Abbildung einer von Henry Englefield am 20. Nov. 1802 um 2 Uhr Nachmittags zu Richmond in *Surry* beobachteten Erscheinung. Die Sonne hatte eine Höhe von 14° und war von 2 concentrischen Ringen umgeben. Der innere, dessen Halbmesser 24° betrug, war von einem bläsgelben Lichte, ohne prismatische Farben. Der äußere hingegen, dessen Halbmesser 48° maas und nahe $1\frac{1}{2}^\circ$ breit war, zeigte dieselben sehr lebhaft, und zwar das Roth der Sonne zugekehrt. Ausser einer weniger merkwürdigen Nebensonne, die der wahren Sonne zur Linken, in einem Horizontalkreise stand, war an dem innern concentrischen Ring, oberhalb der Sonne eine zweite zu sehen, deren helles weißes Licht das der eigentlichen Sonne überstrahlte. Sie war nahe 2 Grad breit, sehr schlecht begränzt, und von beiden Seiten liefen hörnerartige Ausschweife aus, die an der Basis convex, an der Spitze aber wieder concav gegen die Sonne waren. P.

nem zweiten berührt wurde, dessen Mittelpunkt ungefähr 40 bis 50° von der Sonne abstand. Auch waren wie gewöhnlich seitwärts zwei Nebensonnen zu sehen; sie besaßen nur schwache Farben, zeichneten aber dadurch diese Erscheinung vor ähnlichen andern aus, daß sie, wie die Fig. 13 zeigt, 3° außerhalb des Kreises lagen *). Schon am vorhergehenden Tage hatte der Lieut. Nias für den Durchmesser eines ähnlichen Kreises 22½°, und für den Abstand der Nebensonne von der wahren Sonne 24° 40' gefunden; die Differenz aber den Fehlern zugeschrieben; die bei der Messung so unbestimmt begränzter Gegenstände nicht zu vermeiden sind. Durch die ebenerwähnte Beobachtung des Hrn. Beechey ist jene Angabe nun bestätigt, doch erlaubte diesem die kurze Dauer der Erscheinung nicht eine Messung anzustellen.

b) *Nebensonnen beobachtet am 7ten Mai 1823 am Cap der guten Hoffnung; von Hrn. Fearon Fallows, A. M. **)*

Heute Abend, während einer Fahrt nach Seapoint, war ich so glücklich einen sehr schönen Sonnenuntergang wahrzunehmen. Das Wetter war heiter und angenehm, keine Wolke zu sehen und der Meereshorizont auffallend deutlich. In dem Augenblick als der untere Sonnenrand die Schneide des

*) Einen Fall, bei welchem die Nebensonnen nicht als Theile eines Kreises, oder als Durchschnitte zweier Kreise erschienen, wenigstens nicht als solche wahrgenommen wurden, enthält die Beobachtung Copeland's vom 8ten Mai 1597, (S. d. Ann. Bd. 18. S. 99.) P.

**) Journ. of Science No. XXXII. p. 365.

Wassers berührte, ließen sich mehrere Nebensonnen sehen, vier zur linken Hand und drei zur rechten. Sie besaßen die nämliche Gestalt wie die wirkliche Sonne, waren eben so glänzend, aber nicht so groß wie diese. Als die Sonne mit ihrem oberen Rand den Horizont berührte, erschien sie und jede der Nebensonnen als glänzende Punkte auf dem Saume des Wassers, und darauf verschwanden sie alle mit einem Mal. Nach meiner Zuhauferkunft machte ich eine Zeichnung von dem Phänomen, so wie es in kurzen Zwischenräumen nach einander sichtbar war. Eine Copie von dieser wird der umständlichen Beschreibung vorzuziehen seyn.

HR (Fig. 14, welche die Erscheinung im *ersten*, und Fig. 15, welche dieselbe im *letzten* Stadium andeutet) ist der Horizont und *S* die wirkliche Sonne; die übrigen Figuren auf *HR* sind Nebensonnen. Das Barometer stand auf 30,2 Zoll engl. und das Thermometer auf 64° F. (Thér. 64 inches (P.))

Der Morgen des 8ten Mai war bewölkt und zeigte Regen an, ganz dem entgegen, wie man es dem heiteren Wetter am vorhergehenden Abend nach erwarten mochte. Am Abend des 8. Mai blitzte und donnerte es sehr häufig.

Zusatz des Dr. Young (dem diese Notiz brieflich zugestellt worden war). Es läßt sich wohl mit Grund annehmen, daß diese Nebensonnen in Wahrheit Stücke eines Hofes ausmachten, entstanden durch die Diffraction, welche eine sehr wenig über den Horizont hervorragende Wolke erzeugt hatte. Die Abwesenheit der Farben kann leicht dadurch bewirkt worden seyn, daß das Licht bei seinem langen Wege durch eine nebelige Atmosphäre sämmtlich bis auf die rothen

Strahlen verschluckt ward. Ich habe einmal bei Sonnenaufgang, oder vielmehr etwas vor demselben, einen Regenbogen gesehen, welcher keine andere Farbe als die rothe wahrnehmen ließe.

Bei Gelegenheit der Aufnahme des obigen Aufsatzes in das Edinburgh philosoph. Journal (Vol. X. p. 364) machen die Herausgeber dieser Zeitschrift (vielleicht Hr. Dr. Brewster allein) die Bemerkung, daß sich der sinnreichen Erklärung des Dr. Young folgendes entgegenzusetzen lasse:

1) Behaupte Hr. Fallows ausdrücklich, daß *nicht eine Wolke* sichtbar gewesen sey.

2) Lege derselbe den Nebensonnen sowohl in seiner Beschreibung wie in seiner Zeichnung genau die Gestalt der wahren Sonne bei. Eine Gestalt, die die Stücke eines Hofes nicht annehmen können.

3) Sage er, daß die Nebensonnen in ihrem Glanz der wahren Sonne gleichgekommen seyen, welches ebenfalls nicht Statt finden könne, wenn sie Theile eines Hofes gewesen wären; es sey denn, daß irgend ein dazwischen getretenes Mittel das Licht der wahren Sonne verdunkelt hätte, ohne auf das der Nebensonnen zu wirken.

Sie setzen alsdann hinzu: daß, da Hr. Fallows den Himmel als völlig wolkenlos und den Meereshorizont als ganz merkwürdig scharf begränzt angebe, so schiene kein Grund vorhanden zu seyn, auf welchem man eine physikalische Erklärung jener Erscheinung stützen könne; es sey denn, daß man annehmen wolle, die Atmosphäre hätte sich auf jeder Seite der Sonne zu wiederholten Malen in demjenigen Zustande befunden.

den, welcher die Seitenspiegelung *) bedinga. Endlich bemerken sie noch, daß zufolge der Zeichnung des Hrn. Fallows sämtliche Nebensonnen in einem Raume eingeschlossen waren, der sich auf jeder Seite des Mittelpunktes der Sonne nur bis zu andert-halb Graden ausdehnte.

- *) Eine solche Seitenspiegelung (mirage latéral) ist in neuerer Zeit sehr deutlich von Jurine und Soret auf dem Genfer See wahrgenommen, und von Hrn. Biot im *Bullet. de la Soc. phil. pour 1820* beschrieben worden. Die Erscheinung bestand darin, daß man von den Masten und Segeln eines Schiffes ein vollständiges Bild zur Seite erblickte, welches sich so wie das Schiff näher rückte von diesem entfernte und an GröÙe abnahm. In ihren Ursachen ist die Seitenspiegelung durchaus nicht von der Kimmung verschieden; sie wird eben so von einem gegen den Horizont geneigten Boden erzeugt, wie die letztere von einer wagerechten Land- oder Wasserfläche. Hr. Biot hat dies durch die Beschaffenheit der Ufer des Genfersees sehr gründlich auseinandergesetzt und auch durch Versuche die Erscheinung vollständig nachgeahmt. In dem Werkchen des Hrn. Dr. Benzenberg „über die Bestimmung der geographischen Länge durch Sternschnuppen. Hamburg 1802“ wird schon dem Astronomen Sylvabelle zu Marseille die Beobachtung einer Strahlenbrechung in horizontaler Richtung zugeschrieben, da derselbe beobachtete, daß die Gegenstände auf der Südseite des Morgens nach Osten und des Nachmittags nach Westen rückten, die auf der Nordseite hingegen einen umgekehrten Gang befolgten. Ich muß indeß gestehen, daß mir diese Erscheinung eben so einfach aus dem allen Astronomen zu Genüge bekannten periodischen Schwanken der Gebäude erklärlich scheint, über das unter andern Hr. Angelo Caesaris in den *Effemeridi astronomiche di Milano per l'anno 1816* (Zeitschrift für Astronomie Th. 1. p. 329) eine ausführliche Untersuchung angestellt hat. P.

X.

*Nachträgliche Bemerkungen zum Novemberheft
dieser Annalen.*

a) Zum Aufsatz des Hrn. Serullas über das Cyanjod (p. 334).

Der Leser ist gebeten zu bemerken, daß das Cyanjod zuerst von H. Davy (d. Ann. Bd. 54. S. 383) dargestellt, und späterhin von Hrn. Dr. Wöhler (Ann. Bd. 69. S. 281) genauer untersucht ward. Das von letzterem zur Darstellung dieser Verbindung angewandte Cyanfilber ist offenbar dem Cyanqueckfilber vorzuziehen. P.

b) Zum Aufsatz der HH. Bruncrona und Hällström.

1) Es ward diesem Aufsatze S. 327 die, aus der Correspondance astronomique entlehnte, Bemerkung hinzugefügt, daß auf *Otaheiti* wahrscheinlich ein ähnlicher Vorgang Statt finde, wie an den schwedischen Küsten. Damals war dies Beispiel das einzige mir bekannte, was außer Schweden auf eine allmähliche Landeserhebung schließen ließe. Der zuvorkommenden Güte des Hrn. Prof. E. Ritter hieselbst verdanke ich jedoch seitdem die Kenntniß einer abermaligen Erscheinung dieser Art, welche den beiden früheren zu nicht geringer Bestätigung dienen wird; da ich die Befugniss habe, die folgende Notiz darüber der Oeffentlichkeit überliefern zu

können, soäume ich nicht von derselben Gebrauch zu machen:

Herr Prof. Reinwardt zu *Leyden*, der kürzlich von einem mehrjährigen Aufenthalte auf den Sundischen und Moluckischen Inseln nach Europa zurückgekehrt ist, und dem diese Gegenden durch seine wissenschaftliche Reisen sehr genau bekannt wurden, hat seinen Freunden gelegentlich die Nachricht mitgetheilt, daß auf den *Molucken* ein beständiges Hervortreten des Landes aus dem Meere Statt finde, und diese Erscheinung daselbst so allgemein sey, daß unter den dortigen Einwohnern über deren wirkliches Vorhandenseyn auch nicht der geringste Zweifel obwalte. Das Publikum wird wahrscheinlich in kurzer Zeit die ausführlichen Data zu dieser Notiz von der eigenen Hand ihres Urhebers erfahren, da derselbe im Begriffe steht, die reichen Ergebnisse seiner Reise zu bearbeiten.

2) Es ist hier vielleicht auch der Ort, eine kleine Berichtigung hinsichtlich des gegenseitigen Niveaus der Ost- und Nordsee anzuhängen, welche ich der Güte des Hrn. Wasserbaudirektors Woltmann zu Hamburg verdanke und schon seit längerer Zeit in Händen hatte. Auf die Anfrage eines meiner Freunde, dem die im Werke des Hrn. v. Hoff (Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche Th. 1.) S. 448 enthaltene Angabe über den Stand der Ostsee bei Kiel gegen die Nordsee einigen Zweifel erweckt hatte, sandte Hr. Woltmann damals nachstehende Bemerkung ein:

In Niemann's holfsteinischer Landeskunde (Bd. I. S. 56) ist es ganz richtig, daß der Flemhuder See $27\frac{1}{2}$ Fufs höher liegt, als das baltische Meer bei Kiel, aber daß

eben dieser See 22 Fuß über der Mündung der Eider liegen soll, ist ein Irrthum. Es muß heißen 21 Fuß über der gewöhnlichen Fluthhöhe oder $23\frac{1}{2}$ Fuß über der gewöhnlichen niedrigen Ebbe auf der Untereider, an der letzten Kanalschleufe bei Rendsburg. Diese Schleufe liegt ungefähr 9 Meilen von der Mündung der Eider, denn es sind 7 Meilen bis Tönningen und von da aus ungefähr 2 Meilen weiter fließt die Eider zwischen ausgedehnten Sandbänken in die Nordsee. Hier an der Mündung wird das Intervall der Fluth und Ebbe 12 Fuß betragen, statt es bei Rendsburg nur $2\frac{1}{2}$ Fuß mißt. Das Niveau der gewöhnlichen Fluthhöhe wird an beiden Orten fast gleich seyn oder zuweilen an einem Orte um einige Zoll oder Fuß höher liegen als an dem andern; aber eben dieses Niveau ist ansehnlich höher als das mittlere Niveau des Meeres, nämlich um $\frac{2}{3}$ des ganzen Intervalles *) der Fluth und Ebbe unmittelbar an der Küste des Meeres. Wenn also z. B. in der Mündung der Eider die Fluth an einer Scale von Null bis 11 Fuß steigt oder fällt, so steht das Niveau des Meeres, wenn keine Fluth und Ebbe vorhanden wäre, an eben der Scale bei $3\frac{1}{2}$ Fuß, mithin $7\frac{1}{2}$ Fuß niedriger als die gewöhnliche Fluthhöhe, von der wir annehmen, daß sie an der Mündung ungefähr dieselbe ist, wie zu Rendsburg. Ueber dieser Fluthhöhe ist nun der Flemhuder See 21 Fuß erha-

*) Die Ursache, warum $\frac{2}{3}$ des Interv. genommen wird, findet man in Lalande's Astronomie Tom. III. du Flux et Reflux de la mer §. 3785. (Man kann darüber auch den *Traité sur le flux et reflux de la mer* von Daniel Bernoulli nachlesen, welcher den *Principiis mathematicis* von Newton in der Ausgabe von Le Seur und Jacquier hinzugefügt ist. F.

ben; addiren wir hiezu die 7 $\frac{1}{2}$ Fuß, so haben wir 28 $\frac{1}{2}$ Fuß, um welche der See über der Nordsee liegt, und 27 $\frac{1}{2}$ Fuß, welche er über der Ostsee liegt. Hiernach ist also die Ostsee bei Kiel 1 Fuß 2 Zoll höher als die Nordsee vor der Eidermündung. Auf diese Vorstellung gründen sich folgende Worte in meinen Beiträgen zur Baukunst schiffbarer Kanäle:

„Indeß will es mir nicht wahrscheinlich vorkommen, daß die Ostsee bei Kiel mehr als höchstens ein Paar Fuß höher sey, als die Nordsee bei Tönningen seyn würde, wenn Fluth und Ebbe ihr gestattet, sich ins Gleichgewicht zu setzen.“

A n n e i g e .

Ein zu New-York in den vereinigten Staaten von Nord-Amerika unter dem Namen:

Lyceum of Natural History

gegründetes Institut erbiethet sich, die europäischen Naturforscher, welche geneigt sind ihre Sammlungen mit den Naturalprodukten der transatlantischen Welt zu bereichern, auf dem Wege des gegenseitigen Tausches, mit amerikanischen Mineralien, Versteinerungen, Conchilien, Pflanzen, Insekten u. s. w. zu versehen. In dem von dem Secretair dieses Instituts unterzeichneten Circulair heisset es:

„The sole object of this Institution is the diffusion
„of the love of the Natural Sciences, both at home
„and abroad. It enjoys the advantage of a large col-
„lection in all the branches of Natural History, and is
„desirous of exchanging specimens with such scien-
„tific gentlemen in Europe as feel an interest in these
„studies.

„If therefore any Natural philosopher was desirous
„of possessing American Minerals, Shells, Fossils,
„Plants, Insects etc. and will send to me for the Ly-
„ceum a collection in any branch of Natural History:
„a similar collection from American localities will im-
„mediately be sent to any place or person he may
„please to designate.“

Officers of the Lyceum of Natural History are:
John Torrey, M. D.; F. L. S.; President. Rev.
D. H. Barnes, A. M. and James E. DeKay, M. D.;
Vice Presidents. Jer. Van Rensselaer, A. M.;
M. D.; Corresponding Secretary. F. G. King, Esq.
Recording Secretary.

Verbefferungen

zur Abhandlung über die Flußspathsture v. Berzelius (Bd. 77).

S. 16 Z. II Waffer l. Flüssigkeit

S. 20 Z. II \ddot{F}^2 l. \ddot{F}

S. 22 Z. I ein l. nur

S. 27 Z. 2 von unten \ddot{F}^2 l. \ddot{F}

S. 32 Z. 2 $\ddot{C}a^4$ l. $\ddot{C}a^4$

S. 37 Z. 12 u. 13 Quantität l. Quantität der Bafen

S. 38 Z. 15 der 4te Theil l. das erste Viertel

S. 177 letzte Z. $3\ddot{F}^2$ l. $3\ddot{F}$

S. 203 Z. 6 u. 31 gefüllt l. gefällt

S. 207 Z. 10 vereinigte l. verringerte

S. 210 Z. 5 von unten, um l. nur

S. 219 Z. 5 u. 6 von unten, Kalium l. Silicium

S. 220 Z. 17 Boussingault's l. Boussingault's

FOR DR. WINCKLER.

Digitized by Google

Am 21. gleiche Decke hat sich Mittags oben in Cirr. Str. mit offenen heilt, gehet aber bald wieder zusammen und wird gleichf.; Abds, gleich in S u. W Gew. format.; vom 9 ab steigt diese höher, es blitzt dort und den nicht hörbaren Donner überbrannte wahrscheinlich der heftige in 10 bis 11 mehrere schwache Erdstöße, deren Richtung jedoch nicht zu p.; Abds, 8 U. 53' kommt die Sonne in den Steinbock und es hat das luum Statt. Am 22. erst Nachmittags zertheilt sich wolk. Decke; Nachts, wenig Vormittags; Abds 6 oben gestirnt, unten bed. Kurz nachher aus O u. O ziehend, Nimbus und fein Regen; bei wolk. Decke dann, um phneeschauer und hierauf schnelle Zertheil. der Wolken. Am 23. Nachts, u. Hagel; nach 2 früh, anhaltend heftige Windstöße; in NW sieht, doch zeigen sich bis 5 dort nur 3 mächtige Blitze; um Mittg theilt sich u. Cirr. Str. auf heit. Grunde, und geht Abds wieder zusammen; heftig Reg. und Sturm und Spät-Abds heiter. Am 24. Vormittags, Mittags oben heitr, N u. O unten Cam. sonst Cirr. Str.; Abds heitr und gleiche, starke Decke und Schneegestöber. Am 25. Nachts Schnee; früh, hoch herauf, bel., oben heitr, selten kl. Cirr. Str., Vormittags bildet Decke und diese wird Nachmittags gleichf. Von 6 Abds, bis gegen 8 Reg., ist N düster bed., sonst viel ziehende Cirr. Str. und um 10 ein starker eh Mittg oben sehr heitr, rings einige Cirr. Str.; Abds heitr u. Spt-Abds, t. Decke. Heute stand der Mond in seiner Erdferne. Am 27. früh, wol-ht klar, Mittags drüber hin Cirr. Str. die unten bedecken; bis Abds, in gleiche Decke und Spt-Abds ist es heitr. Am 28. düstere wolk. Decke, le gleichf. ist, ist Mittags im SW-Horiz. etw. gebrochen. 1 U. 10' Nach-erste Mond-Viertel.

Am 29. wechselt wolk. mit gleichf. Decke; früh in einz. Tropfen, dann, gs gel. Reg., Abds mit Schnee gemengt. Am 30. weisse, dünne Decke und oft düster, Spt-Abds aber wolk. Am 31. früh Cirr. Str. und heitre, rmiuigs ziehen sie sich in wolk. Bed. zusammen und diese wird Abds, n 1 Uhr 55' Nachmittags, erreichte die Sonne ihre Erdnähe,

des Monats: als Winter-Monat ungemein mild, doch nass, heftige ist südwestl., wütheten, wenig variierte das Thermo-, stark und schneel, er, zu seltenem Falle gehend. Auszeichnend sind 3 Gewitter.

